

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

KATEDRA ODĚVNICTVÍ

ODĚVNÍ TECHNOLOGIE

**MODELOVÁNÍ PRUŽNOSTI ŠITÝCH SPOJŮ**

**MODELLING ELASTICITY OF SEWN JOINTS**

Jana Kožúriková

KOD/2009/06/22 MS

Vedúci diplomovej práce: **doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.**

Rozsah práce a príloh

Počet strán: 62

Počet obrázkov: 44

Počet príloh: 7

**Liberec 2009**

## P r e h l á s e n i e

Prehlasujem, že predloženú diplomovú prácu som vypracovala samostatne s použitím uvedených literárnych zdrojov.

V Liberci, dne 25.5. 2009

.....  
Podpis

## P o ď a k o v a n i e

Slová vďaky chcem venovať všetkým, ktorí mi s ochotou a podporou pomáhali pri mojej diplomovej práci. Poďakovanie teda patrí vedúcemu tejto práce doc. Ing. Antonínovi Havelkovi, CSc za poskytnuté konzultácie, Ing. Rudolfovi Třešňákovi za pomoc pri laboratórnych meraniach, pani Beníškovej za ochotu a poskytnutie priestorov dielne, kde som pripravovala vzorky pre experiment. V neposlednom rade ďakujem mojim rodičom, priateľom a blízkym.

## **ANOTACE**

Tato práce je zaměřena na modelování pružnosti švů pletenin v závislosti na pevnosti a pružnosti nití, které ve velké míře ovlivňují tahové vlastnosti zhotoveného švu.

První část práce se zabývá teoretickým obeznámením se s rozdělením švů a stehů používaných v oděvní výrobě. Definováním mechanických vlastností délkových a plošných textilií, především pevnosti, tažnosti a pružnosti.

Ve druhé části je zaznamenán experiment, kterého cílem bylo určit pružnost zhotovených švů. Taktéž jsou tu uvedené měřicí zařízení a způsoby přípravy vzorek.

## **ANNOTATION**

This graduation theses is oriented to modeling elasticity of sewn joints for knitting depending up stronghold and elasticity of threads which are influencing properties of sewn joints in tensioning.

The first part of this theses busy with theoretic knowing of partition by seams and stitches which are use at clothing production. Next definition of mechanical properties by linear and surface textiles, mainly stronghold, elongation and elasticity.

At the second part there is noticed experiment. The purpose of this experiment is providing of elasticity by sewn seams. There are mentioned measuring equipments and way of samples preparation.

### **Klíčová slova:**

pevnost  
pletenina  
pružnost  
steh  
šev  
šití  
tažnost

### **Key words:**

Stronghold  
Knitting  
Elasticity  
Stitch  
Seam  
Sewing  
Elongation

**Použité symboly a jednotky:**

Symboly	Jednotky	
$\Delta l$	[mm]	predĺženie
$l_0$	[mm]	počiatočná dĺžka
$\varepsilon$	[%]	ťažnosť
$T$	[tex]	jemnosť
$F$	[N]	sila
$S$	[mm <sup>2</sup> ]	plocha
$F_{SM}$	[N]	absolútna pevnosť v smyčke
$\sigma$	[Pa]	napätie
$t$	[s]	čas
$L$	[mm]	predĺženie u akustickej emisie
$H_s$	[m <sup>-1</sup> ]	hustota stĺpikov
$H_r$	[m <sup>-1</sup> ]	hustota riadkov
$H_c$	[m <sup>-2</sup> ]	celková hustota
$C$	[mm]	rozteč riadkov
$w$	[mm]	rozteč stĺpikov
$m$	[g]	hmotnosť
$m_{pl}$	[g.m <sup>-2</sup> ]	plošná hmotnosť

# OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Šité spoje.....	10
2.1	Stehy.....	10
2.2	Druhy stehov.....	11
2.3	Tvorba viazaného a dvojnitného retiazkového stehu.....	13
2.3.1	Viazaný steh.....	13
2.3.2	Retiazkový steh.....	14
2.4	Výhody a nevýhody retiazkových a viazaných stehov.....	15
2.5	Švy a šitie.....	16
2.5.1	Vlastnosti švov.....	19
3	Pružnosť a pevnosť.....	20
3.1	Namáhanie v ťahu.....	20
3.1.1	Elastická deformácia.....	22
3.1.2	Plastická deformácia.....	22
3.1.3	Viskózna deformácia.....	22
3.2	Pružnosť a pevnosť nití.....	23
4	Pleteniny.....	26
4.1	Vývoj pletenín.....	26
4.2	Charakteristika pletenín.....	26
4.2.1	Rozdelenie pletenín.....	27
4.2.2	Pevnosť a ťažnosť pleteniny.....	28
5	Namáhanie šitých spojov.....	29
6	Teoretický rozbor namáhania retiazkového a viazaného stehu.....	30
6.1	Namáhanie nití počas tvorby viazaného stehu.....	31
6.1.1	Namáhanie vrchnej nite.....	31
6.1.2	Namáhanie spodnej nite.....	34
6.2	Namáhanie nite počas tvorby dvojnitného retiazkového stehu.....	34
7	Pružnosť a pevnosť šitých spojov v závislosti na pružnosti a pevnosti nití .....	36

<b>8</b>	<b>Možnosti hodnotenia pevnosti a pružnosti textílií a šitých spojov.....</b>	<b>37</b>
8.1	Dynamometrické meranie.....	37
8.2	Emisia napätových vln (akustická emisia).....	37
8.2.1	Emisia napätových vln a podstata jej merania.....	38
<b>9</b>	<b>Experimentálna časť.....</b>	<b>41</b>
9.1	Merací prístroj.....	41
9.1.1	Program LabTest.....	42
9.2	Odoberanie a príprava vzoriek.....	45
9.2.1	Odoberanie a príprava vzoriek nití.....	45
9.2.2	Odoberanie a príprava vzoriek plošnej textílie.....	45
9.3	Charakteristika použitého materiálu - pleteniny.....	47
9.3.1	Zisťovanie plošnej hmotnosti pleteniny.....	47
9.3.2	Stanovenie počtu stĺpikov a riadkov na dĺžkovú jednotku.....	48
9.4	Charakteristika použitých nití.....	49
9.5	Charakteristika šitia.....	50
9.5.1	Šijací stroj – viazaný steh.....	50
9.5.2	Šijací stroj – retiazkový steh.....	50
9.5.3	Charakteristika použitých strojových ihiel.....	51
9.6	Meranie.....	52
9.6.1	Zisťovanie pevnosti šijacieho materiálu.....	52
9.6.2	Zisťovanie pevnosti šitého materiálu.....	55
9.6.3	Zisťovanie pevnosti švov.....	56
<b>10</b>	<b>Záver.....</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>Literatúra.....</b>	<b>62</b>
	Prílohy	

# 1 Úvod

Predmetom nasledujúcich stránok diplomovej práce je zistenie modelu pružnosti šitých spojov.

Šitie je najstarším a najpoužívanším spôsobom spájania materiálov v odevnej konfekčnej výrobe. Existuje niekoľko druhov švov, uplatňovaných pri výrobe odevov. Podľa toho v akej časti odevu sa švy nachádzajú, sú na ne kladené rôzne požiadavky ohľadom mechanických vlastností a odolností.

Vlastnosti šitých spojov sú ovplyvnené vlastnosťami jednotlivých materiálov použitých k vytvoreniu tohto spoja. Keďže sa budeme zaoberať pružnosťou šitého spoja, budú nás zaujímať deformačné vlastnosti materiálov použitých pri príprave vzoriek.

Pružnosťou sa rozumie deformácia, ktorá je vratná, teda po uvoľnení zaťaženia pôsobiaceho na skúšaný materiál sa tento materiál vráti do pôvodného stavu. U pletenín je pozorovanie pružnosti švu obtiažnejšie vzhľadom na veľkú ťažnosť samotnej pleteniny.

Prvá časť práce je teda zameraná na teoretické spracovanie prvkov ovplyvňujúcich pevnosť a pružnosť švov a tiež definovanie pružnosti a pevnosti. V experimentálnej časti bude overovaný predpoklad, že švy so stehom retiazkovým sú výrazne pružnejšie než švy so stehom viazaným, ktorý sa u pletenín nepoužíva.



## 2 Šité spoje

Šité spoje vznikajú v spojovacom procese šitím. Okrem šitia samozrejme existujú ďalšie spôsoby spájania materiálov (nitovanie, svorkovanie, zváranie, lepenie).

Voľba techniky spájania závisí na tom,

- aké materiály majú byť spájané,
- ako bude spoj namáhaný a aká má byť jeho životnosť,
- či je spôsob spájania podmienený módou,
- aký postup je vhodný z hľadiska nákladov.

Šitie je tradičný spôsob spájania, ktorý prevláda v odevnej výrobe. Šitím sa spája pružný plošný útvar – šitý materiál – pomocou jednej alebo viacerých nití, tzv. šijacieho materiálu. Pre šitie je charakteristické, že poskytuje rozoberateľný spoj. Šitie môže byť ručné alebo strojové. V oboch prípadoch je nástrojom ihla – ručná alebo strojová. Odlišujú sa najmä polohou uška pre návlek nite. U ručnej ihly ho nájdeme na konci odvrátenom od špičky a u strojovej ihly sa uško pre návlek šijacieho materiálu nachádza na strane špičky.

Tiež sa odlišujú stehy vytvorené ručným šitím od stehov strojového šitia.

### 2.1 Stehy

Základným prvkom pri spájaní šitím je steh. Steh je prevlečenie alebo previazanie šitého materiálu materiálom šijacím (niťou) od jedného vpichu ihly k ďalšiemu vpichu.

Steh je charakterizovaný:

- dĺžkou stehu, čo je vzdialenosť medzi dvoma vpichmi ihly meraná v smere podávania materiálu alebo v smere šitia,
- šírkou stehu, čo je vzdialenosť medzi dvoma vpichmi ihly meraná kolmo na smer podávania materiálu,
- napätím stehu, tj. tlakom nite v stehu na šitý materiál.

Opakovaním stehov na seba nadväzujúcich vzniká stehový riadok, prešitie alebo štep.

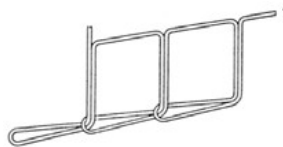
## 2.2 Druhy stehov

Používané rozdelenie stehov je obsiahnuté v ISO norme 4915, v ktorej je zahrnutých šesť tried stehov. [1, str. 48]

### Trieda 100

- jednonitné retiazkové stehy

Tento druh stehu je vytváraný strojovo jednou alebo niekoľkými ihlovými – vrchnými niťami bez použitia spodných nití. Slučky vytvorené ihlovou niťou sú zachytené pomocou slučkovača nasledujúcou slučkou tej istej nite.

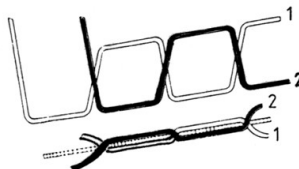


Obr. 2.1 Steh 101

### Trieda 200

- ručné stehy

Tento druh stehu je vytváraný ručne alebo strojovo (imitácia ručného stehu), jednou alebo niekoľkými niťami navlečenými v ihle. [1, str. 48] Každá niť prechádzajúca šitým materiálom zaisťuje steh samostatne, alebo vytvára steh vzájomným zachytením slučky tej istej nite, popřípade nite susednej.

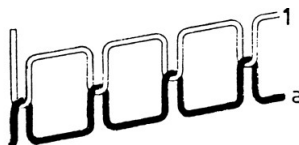


Obr. 2.2 Steh 201

### Trieda 300

- dvoj- a viacnitné viazané stehy

Tento druh stehu je vytváraný strojovo jednou alebo viacerými niťami s jednou niťou spodnou. Je charakterizovaný vzájomným previazaním oboch skupín nití. Pri tvorení stehu prechádzajú prvé skupiny nití šitým materiálom alebo jeho vrstvami, v ktorého strede alebo stykovej ploche sa prevádzujú s niťou druhej skupiny. [1, str. 49] Prevázovanie nití zabezpečuje člnok alebo chapač.

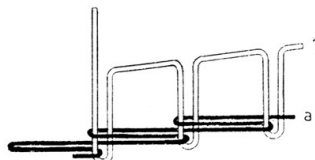


Obr. 2.3 Steh 301

### **Trieda 400**

- dvoj- a viacnitné retiazkové stehy

Tento druh stehu je vytváraný strojovo jednou alebo viacerými vrchnými niťami s jednou niťou spodnou. Je obdobou stehu triedy 300 s tým rozdielom, že steh je preväzovaný pomocou slučkovača. Na spodnej strane šitého materiálu sa vytvára dvojito previazaná retiazka.

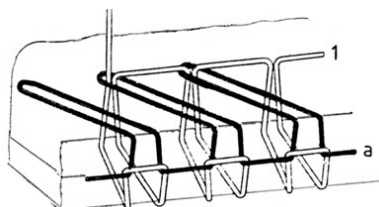


Obr. 2.4 Steh 401

### **Trieda 500**

- obnitkovacie stehy

Tento druh stehu je tiež vytváraný strojovo a patrí medzi retiazkové stehy. Je charakterizovaný tým, že aspoň jedna zo skupín nití je vedená okolo okraja šitého materiálu a tým ho zaisťuje proti vypáraníu. [1, str. 49] Slučka je zaistená buď predchádzajúcou slučkou tej istej nite u jednonitného – obnitkovacieho stehu, alebo slučkou inej nite u dvoj- a viacnitného obnitkovacieho stehu. Môže byť vytvorený až štvornitný obnitkovací steh.



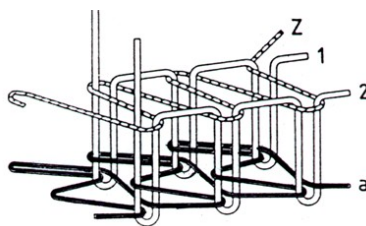
Obr. 2.5 Steh 504

### **Trieda 600**

- krycie stehy

Tento steh je takisto viacnitný retiazkový steh, ktorý sa tvorí na dvoj- a viacihlových strojoch. Jeho charakteristickým znakom je krycia niť vedená po lícnej i rubnej strane (obojsstranne krycie stehy).

Steh je tvorený tromi skupinami nití. Slučky prvej skupiny nití prechádzajú slučkami tretej skupiny nití, ktorá je položená na povrchu šitého materiálu a potom šitým materiálom, kde sa previažu so slučkami druhej skupiny nití na spodnú stranu šitého materiálu. [1, str. 50] Takto možno vytvoriť až deväťnitný steh.



Obr. 2.6 Steh 602

## 2.3 Tvorba viazaného a dvojnitného retiazkového stehu

### 2.3.1 Viazaný steh

U jednotlivých šijacích strojov s viazaným stehom sa používajú k vytvoreniu stehu prevažne dvojotáčkové rotačné horizontálne chapače.

Pre vytvorenie stehu je dôležitá vzájomná súhra funkčných zariadení stroja .

Fázy tvorenia dvojnitného viazaného stehu:

- a) ihla prepichne šitý materiál a klesá do najnižšej polohy. Podávač dokončí podávanie šitého materiálu a zúbky podávača klesajú pod stehovú dosku. Prítlačná päťka pritiskne materiál k stehovej doske . Niťová páka uvoľňuje niť pre následné vytvorenie slučky. Chapač dokončuje druhú otáčku, pri ktorej beží naprázdno;
- b) Ihla začína stúpať a vytvára slučku. Slučku zachytáva hrot telesa chapača pri prvej tzv. pracovnej otáčke. Otáčaním chapača dochádza postupne k rozširovaniu slučky telesom chapača a jej prevlečeniu. Niťová páka uvoľnila zásobu nite pre rozšírenie slučky a nachádza sa v dolnej polohe. Podávač sa pod stehovou doskou vracia do východzej polohy;
- c) Ihla sa pohybuje smerom nahor, vystupuje z šitého materiálu a pokračuje v pohybe do svojej hornej polohy. Dochádza k prevlečeniu slučky nite z telesa chapača a k jej uťahovaniu. Niťová páka ide nahor a odoberá prebytočnú niť. Podávač dokončuje spätný pohyb pod úroveň stehovej dosky a zdvihne sa nad ňu;
- d) Ihla je v najvyššej polohe a začína klesať. Chapač dokončuje prvú otáčku a začína druhú s behom naprázdno. Niťová páka dokončuje uťahovanie stehu. Podávač sa pohybuje dopredu nad stehovou doskou a posunie šitý materiál o dĺžku stehu.

Pre vytvorenie stehu musí byť vrchná aj spodná niť správne napnutá. Napätie spodnej nite sa nastaví vsunutím cievky do puzdra .

Napätie vrchnej nite sa nastaví podľa napätia spodnej nite tak, aby sa obe nite previazali uprostred šitého materiálu.

### **2.3.2 Retiazkový steh**

U jednoihlových šijacích strojov s retiazkovým dvojitým stehom sa steh tvorí kývavým slučkovačom s kombinovaným pohybom. Okrem toho slučkovač vedie spodnú niť.

Slučkovač nevykonáva iba pohyb do strán, ale aj pohyb pred ihlu a za ihlu.

Fázy tvorenia dvojitného viazaného stehu:

- a) ihla sa pohybuje smerom nahor z dolnej úvrate a začína vytvárať slučku. Slučkovač sa pohybuje doľava a blíži sa so svojim hrotom k slučke. Zúbky podávača sú pod stehovou doskou;
- b) ihla sa pohybuje ďalej nahor a vytvorená slučka zachytáva hrot slučkovača s niťou. Zúbky podávača stúpajú nad stehovú dosku;
- c) ihla je nad šitým materiálom v hornej úvrati. Slučkovač sa pohybuje smerom pred ihlu a jeho niť vytvára slučku – niťový trojuholník. Podávač posúva šitý materiál;
- d) ihla klesá dolu, prechádza po zadnej stene slučkovača a zachytáva hrotom slučku spodnej nite. Slučkovač sa vracia doprava a otočí spodnú niť prechádzajúcu slučkou vrchnej nite okolo ihly. Slučka vrchnej nite opúšťa hrot slučkovača. Slučkovač sa vracia do východnej polohy za ihlu. Zúbky podávača sa pohybujú pod stehovou doskou;
- e) ihla sa pohybuje nahor z dolnej úvrate a vytvára novú slučku. Slučkovač pechádza novo vytvorenou slučkou vrchnej nite a zavádza do nej spodnú niť. Zúbky podávača vystupujú nad stehovú dosku.

Správnosť stehu závisí na správnom napätí spodnej a vrchnej nite. U tohto stehu sa vrchná a spodná niť prevádzujú na rubnej strane materiálu.

## **2.4 Výhody a nevýhody retiazkových a viazaných stehov**

### **Retiazkové stehy**

Výhody:

- môže byť vytvorený jednou, ale aj viacerými niťami a môže vytvárať jednu alebo viac stehových radov
- nekonečná zásoba spodnej a vrchnej nite zabezpečuje dobrú kontinuitu šitia
- používa sa na miestach, kde je vyžadovaná vyššia ťažnosť švu
- dobrá krycia schopnosť okrajov materiálu, zaistí nestrápenie okrajov u tkanín a páranie očiek u pletenín

Nevýhody:

- zvýšená páratelnosť pri poškodení stehu
- obtiažne zaistenie konca stehovej rady
- väčšia spotreba nití než u viazaných stehov

### **Viazané stehy**

Výhody:

- vzájomné previazanie nití vytvára pomerne pevný spoj
- u väčšiny stehov má líc rovnaký vzhľad ako rub
- pevnosť stehu
- obtiažna páratelnosť
- nižšia spotreba nití
- možnosť ukončenia stehovej rady proti vypáraníu

Nevýhody:

- malá ťažnosť
- obmedzená zásoba spodnej nite

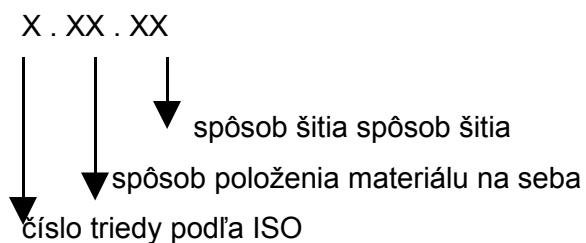
## 2.5 Švy a šitie

Pojmom šev rozumieme spojenie dvoch a viac dielov odevných materiálov šitím, lepením a ďalšími spôsobmi spájania.

Švy delíme podľa normy ISO 4916 do 8 tried. [1, str. 51] Tie sa líšia charakteristickým položením spojovaného materiálu pri spracovaní odevného materiálu, odevných dielov, dielcov alebo pri montáži výrobku. Švy môžu byť zhotovené v jednej alebo viacerých operáciách spojovania. [1, str. 51]

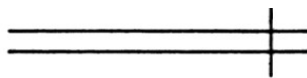
Šitie predstavuje riadky alebo skupiny stehov vytvorených na ploche materiálu pre ozdobné účely alebo začistenie okrajov.

Systém značenia jednotlivých tried podľa ISO:

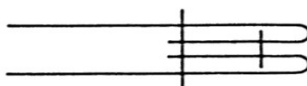


### **Trieda 1.00.00**

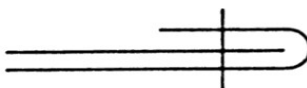
Chrbtové švy – sú charakterizované dvoma alebo viacerými vrstvami spojovaného materiálu pri spracovaní odevného materiálu, ktoré sa pokladajú na seba a sú spájané jednou alebo niekoľkými radami stehov, ktoré vedú v kraji stykových plôch šitého materiálu, alebo v inom ľubovoľnom mieste.



Obr. 2.7 1.01.01 jednoduchý chrbtový šev



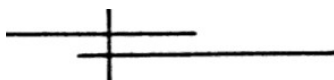
Obr. 2.8 1.06.02 dvojitý chrbtový šev



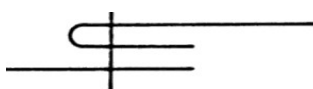
Obr. 2.9 1.03.01 jednoduchý nadohnutý chrbtový šev

### **Trieda 2.00.00**

Preplátované švy – sú charakterizované položením dvoch alebo viacerých vrstiev cez seba (prekrytie krajov) a spoja sa jednou alebo niekoľkými radmi stehov, ktoré sú vedené v mieste prekrytia šitých materiálov. [1, str. 52]



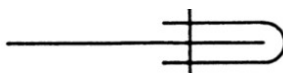
Obr. 2.10 2.01.01 jednoduchý preplátovaný šev



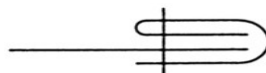
Obr. 2.11 2.02.01 zahnutý preplátovaný šev

### **Trieda 3.00.00**

Lemovacie švy – sú charakterizované tým, že sa okraj jednej alebo viacerých vrstiev šitého materiálu olemuje prúžkom rovnakého, [1, str. 52] poprípade iného materiálu a spojí sa jednou alebo niekoľkými radami stehov.



Obr. 2.12 3.01.01 lemovací šev

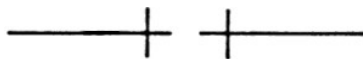


Obr. 2.13 3.03.01 lemovací šev zahnutý



### **Trieda 4.00.00**

Dotykové švy – sú charakterizované takým spojovaním materiálov, kedy materiály ležia vedľa seba a ich susedné okraje sa spoja radami stehov.



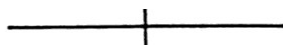
Obr. 2.14 4.01.01 dotykový šev



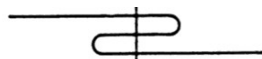
Obr. 2.15 4.03.01 dotykový šev zahnutý

### **Trieda 5.00.00**

Ozdobné šitie – hlavným znakom tejto triedy je, že riadky stehov alebo ich skupiny sú položené na šitom materiáli (väčšinou v jednej vrstve, pokiaľ nie je potrebné vystuženie) tak, že slúžia k ozdobným účelom. [1, str. 52]



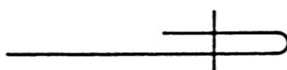
Obr. 2.16 5.01.01 ozdobné šitie



Obr. 2.17 5.02.01 ozdobné šitie

### **Trieda 6.00.00**

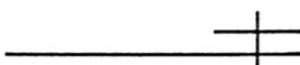
Obrubovacie švy – podohnutím okraja šitého materiálu sa vytvorí začistenie okraja.



Obr. 2.18 6.02.01 obrubovací šev

### **Trieda 7.00.00**

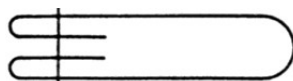
Začisťovacie švy – sú charakteristické riadkom alebo riadkami stehov vytvorenými pri okraji dvoch a viacerých vrstiev materiálu. Okraj môže byť zahnutý alebo podohnutý.



Obr. 2.19 7.02.01 začisťovací šev

## **Trieda 8.00.00**

Začisťovacie švy – švy sú tvorené jednou alebo viacerými vrstvami materiálu tak, že obe strany spojovanej textílie sú obmedzené uložením tak, aby začistili svoje okraje navzájom.



Obr. 2.20 8.06.01 začisťovací šev

### **2.5.1 Vlastnosti švov**

Šev ako hlavný spojovací element môže mať na odeve rôzne úlohy:

- spája dva alebo viac dielov toho istého alebo odlišného materiálu,
- pomáha vytvoriť z plošného materiálu trojrozmerný útvar,
- pôsobí ako ozdobný prvok.

Podľa toho, ktorú z týchto úloh šev plní, vystupujú do popredia požiadavky na funkčné alebo estetické vlastnosti švu. Z funkčných vlastností sú to najmä pevnosť švu, odolnosť voči vytrhnutiu a odolnosť voči opotrebovaniu.

Estetické vlastnosti môžu byť ovplyvnené druhom, tvarom a umiestnením švu (návrhár), hladkosťou švu (pracovník), voľbou vhodnej nite (manipulant), správnym nastavením napätia a väzby stehu.

### 3 Pružnosť a pevnosť

Pružnosť je jednou z mechanických vlastností pevných materiálov, kedy sa namáhaný materiál po uvoľnení zaťaženia vráti do pôvodného stavu.

Pevnosť je vyjadrená maximálnym zaťažením materiálu, až dôjde k jeho porušeniu. Následne možno určiť ťažnosť z predĺženia skúšanej vzorky.

Mechanické vlastnosti sa prejavujú ako odozva na mechanické namáhanie materiálu (vlákna, nite, plošnej textílie...) prostredníctvom vonkajších síl. Podľa pôsobenia vonkajších síl rozlišujeme namáhania na :

- ťah
- tlak
- ohyb
- krut

Uvedené namáhania sa v praxi vyskytujú väčšinou v kombináciách. Laboratórne sa však skúmajú jednotlivo.

Vplyvom namáhaní dochádza v materiáli k tvarovým zmenám – deformáciám. Rozsah deformácie závisí na : veľkosti zaťaženia, rýchlosti namáhania a dobe trvania.

Podľa rýchlosti pôsobiacej vonkajšej sily môžeme namáhanie posudzovať ako:

- statické (pomalé pôsobenie sily)
- dynamické (rýchle pôsobenie sily)

A navyše môžeme pozorovať namáhania:

- jednorazové ( do pretrhu)
- cyklické (bez pretrhu alebo do porušenia nite)

#### 3.1 Namáhanie v ťahu

Podrobnejšie sa budem zaoberať ťahovým namáhaním, z ktorého môžeme pozorovať, okrem iného, pružnosť a pevnosť materiálu.

Ťahové namáhanie sa laboratórne prevádza na dynamometri. Pri ťahovaní materiálu dochádza k jeho predĺženiu, teda deformácii. Absolútna deformácia je vyjadrovaná v absolútnych jednotkách  $\Delta l$  [mm]. Pre lepšie spracovanie a porovnávanie výsledkov sa prepočítava na relatívne jednotky [%].

## Vzťahy pre prepočet deformácie:

### Absolútna deformácia

$$\Delta l = l - l_0 \quad [\text{mm}]$$

kde  $l$  - je konečná dĺžka po natiahnutí [mm]

$l_0$  - je počiatočná dĺžka vzorky [mm], nazývaná upínacia dĺžka

### Relatívna deformácia

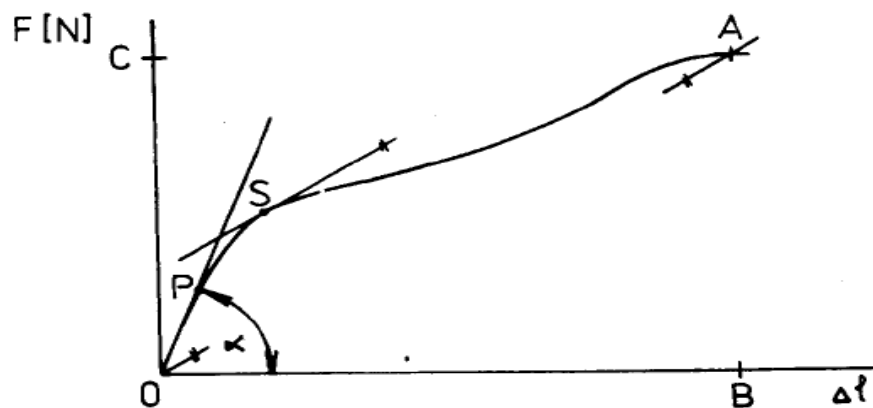
$$\varepsilon = \frac{\Delta l [\text{mm}]}{l_0 [\text{mm}]} = \frac{l - l_0}{l_0} \quad [1]$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} * 10^2 \quad [\%]$$

Relatívna deformácia do pretrhu je ťažnosť.

Vzniknuté deformácie môžu byť vratné – elastické (pružné) a nevratné – plastické.

Jednotlivé charakteristické úseky deformácií sú graficky znázornené na obrázku.



Obr. 3.1 Deformačná krivka

O : počiatočnosť

O-P : oblasť pružných deformácií. Deformácia sa po uvoľnení napätia vráti.

P : medzi pružnosti. Nad týmto bodom sa začínajú prejavovať plastické deformácie.

S : počiatočnosť klzu

A : maximálna sila

B : maximálne predĺženie pri pretrhu

### 3.1.1 Elastická deformácia

Do bodu P vyznačenému v diagrame na obr. 21 podlieha látka pružnej, elastickej deformácii. Priebeh pružnej deformácie charakterizuje priamková časť deformačného diagramu, ktorá udáva lineárnu závislosť [2, str.35] medzi pôsobiacou silou a predĺžením (Hookov zákon).

Pružné deformácie sú spätné ako každé deformácie látok s vysúvaním atómov (molekúl) pevnej látky z rovnovážnych polôh. Dôležitou a podstatnou vlastnosťou pružnej deformácie je, že sa jej vplyvom nerozrušujú medziatómové väzby a nevytvárajú sa väzby nové. [2, str. 35] Po zrušení síl spôsobujúcich deformáciu sa preto všetky atómy môžu vrátiť do pôvodných polôh.

### 3.1.2 Plastická deformácia

V časti P – S deformačného diagramu dochádza i po odľahčení pôsobenia vonkajších síl k trvalým a nevratným tvarovým zmenám. Nachádzame sa v oblasti plastických deformácií. Prejavuje sa najmä vplyvom klzov, prebiehajúcich v štruktúre materiálu. Priebeh plastickej deformácie závisí na teplote a rýchlosti deformácie. Väzby medzi susediacimi atómami sa dočasne rozrušujú, tie sa v dôsledku toho vzájomne posúvajú a potom sa väzby opäť spájajú.

Bod P v deformačnej krivke (obr. 21 ) môžeme označiť ako medz klzu. Vyjadruje napätie, pri ktorom začínajú vznikať trvalé plastické deformácie. Pri zisťovaní pružnosti materiálu ide o medz klzu v ťahu.

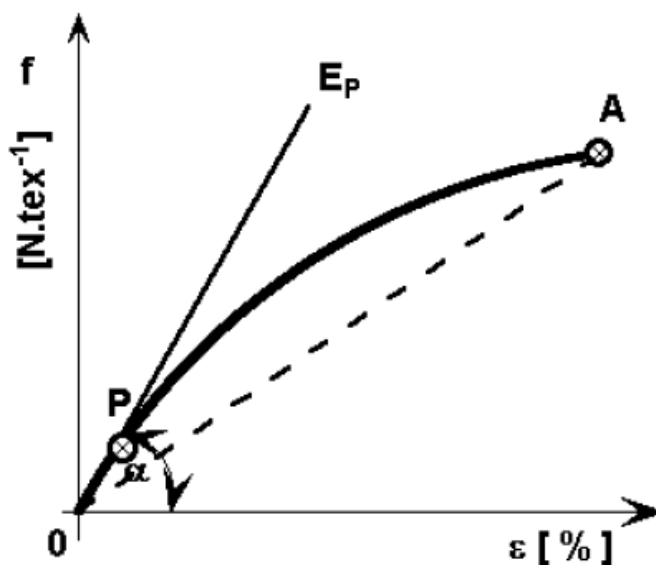
### 3.1.3 Viskózna deformácia

Viskozita predstavuje vnútorné trenie, ktoré sa prejavuje najmä u kvapalných a plyných látok. Viskozitu pevných látok možno obvykle zanedbať. U mnohých látok nie je možné určiť presnú hranicu medzi pevnou a kvapalnou fázou. Pre reologický popis látok ležiacich na hranici medzi pevnou a kvapalnou látkou sa obvykle používa kombinácia oboch druhov látok. Práve túto prechodovú oblasť môžeme charakterizovať ako viskózný stav látky.

Viskózna deformácia sa podobne ako deformácia kvapalín prejavuje tečením pevných látok. Pre popis viskózne deformácie pevných látok sa používa Newtonov zákon.

## 3.2 Pružnosť a pevnosť nití

Pevnosť je odozva materiálu pri ťahovom namáhaní. Dôležitou veličinou pri stanovení pevnosti je napätie  $\sigma$  [Pa], ktorým rozumieme absolútnu silu  $F$  [N] prepočítanú na plochu prierezu vzorky  $S$  [m<sup>2</sup>]. Pretože plocha prierezu nite je obtiažne stanoviteľná, prepočítava sa táto sila na jemnosť  $T$  [tex]. [3, str. 17] Pomer sily a jemnosti môže byť vyjadrený ako pomerná pevnosť  $f$  [N.tex<sup>-1</sup>]. Pevnosť v ťahu je teda pomerná pevnosť do pretrhu vzorky.



Obr. 3.2 Ťahová krivka

### Modul pružnosti nití

U nití tak ako u vlákien sa používa namiesto pojmu Youngov modul pružnosti pojem počiatočný tangenový modul  $E_p$ . Bod P, kde dotyčnica v počiatku opúšťa ťahovú krivku je definovaný ako medz pružnosti. [3, str. 19] Modul pružnosti možno definovať tangenovým modulom pružnosti

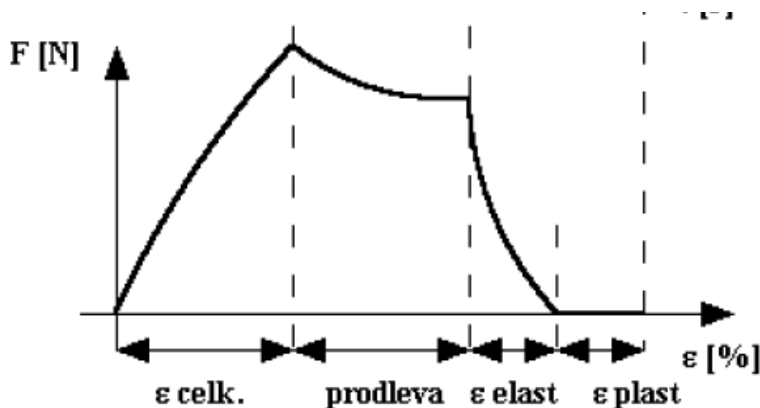
$$E_{TP} = \frac{f_P}{\varepsilon_P} = \frac{F_P}{T} * \frac{l_0}{\Delta l} \quad [\text{N.tex}^{-1}]$$

Aká je niť pružná zisťujeme opakovaným namáhaním v ťahu. A to do úrovne konštantného alebo rastúceho predĺženia. Zisťujeme teda, aké má niť elastické

vlastnosti. Pružnosť nite je jej schopnosť vrátiť sa do pôvodného stavu po odstránení zaťaženia. Rýchlosť návratu závisí na veľkosti zaťažujúcej sily a na vonkajších fyzikálnych podmienkach.

Elastické vlastnosti nití sa prejavujú pri šití na šijacom stroji, keď niť by mala byť namáhaná len do oblasti pružných deformácií, aby nenastávali oneskorené elastické deformácie.

Aby sme vyjadrili elasticitu nite, opakovane ju namáhame a zo vzájomného pomeru medzi jednotlivými typmi deformácií túto vlastnosť definujeme. Uzavretý cyklus, tj. zaťaženie-odľahčenie, rozlíši okamžitý stav medzi deformáciou celkovou  $\epsilon_c$ , elastickou okamžitou  $\epsilon_{eo}$  a plastickou  $\epsilon_p$ .



Obr. 3.3 Rozbor celkovej deformácie

Pružnosť pre  $i$ -tý stupeň zaťaženia je daná vzťahom:

$$E_i = \epsilon_{ei} / \epsilon_{ci} \cdot 10^2 \%$$

Aby sme zistili, aký je priebeh deformácií počas celého zaťažovacieho procesu, je nutné zaťažovať niť až do jej maximálnej pevnosti, teda do pretrhu. Medzi jednotlivými stupňami nechávame časovú prodlevu, aby sa v niti mohli prejaviť oneskorené deformácie.

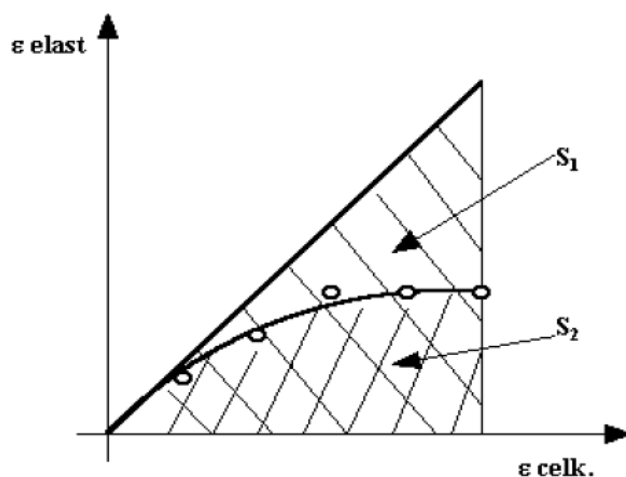
Z jednotlivých stupňov zaťaženia potom vyhodnocujeme celkovú deformáciu a tiež jej jednotlivé zložky:

$\epsilon_{eo}$  elastickú okamžitú,  $\epsilon_{ez}$  elastickú zotavenú a  $\epsilon_p$  plastickú. Veľkosť plastickej deformácie je možné odčítať až po nábehu na  $i+1$  stupeň záťaže. [4, str. 161]

Elastická deformácia pre i-tý stupeň:

$$\varepsilon_{ei} = \varepsilon_{eoi} + \varepsilon_{zi} = \varepsilon_{eoi} + (\varepsilon_{ci} - \varepsilon_{eoi} - \varepsilon_{pi}) = \varepsilon_{ci} - \varepsilon_{pi}$$

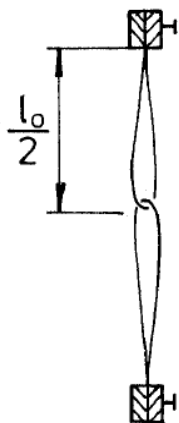
Pre výpočet stupňa pružnosti nite je nutné zostrojiť graf závislosti  $\varepsilon_c$  a  $\varepsilon_e$  a zistiť veľkosť plôch  $S_1$  a  $S_2$ . [4, str. 161]



Obr. 3.4 Vyjadrenie stupňa elasticity šijacej nite

$$E = S_1 / S_2 * 10^2 \%$$

Nite môžu byť namáhané aj v priehybe a to v prípade, kedy vytvárajú steh. Zisťuje sa teda aj relatívna pevnosť nite v smyčke.



$$f_{SM} = \frac{F_{SM}}{2F} * 10^2 \quad [\%]$$

$F_{SM}$  - absolútna pevnosť v smyčke [N]

$F$  - pevnosť jednej nite [N]

Obr. 3.5 Namáhanie nite v smyčke



## 4 Pleteniny

### 4.1 Vývoj pletení

Počiatky pletenia sa datujú až od začiatku 20. storočia. V Európe sa prvé pletené výrobky objavili v 13. storočí v Španielsku. Šírenie tejto technológie bolo pomalé. Vznik cechov a rozšírenie remeselnej výroby sa datuje do 16. a 17. storočia v Nemecku a Francúzku. Roku 1589 vynášiel Wiliam Lee (Anglicko) ručný záťažný stávk, ktorým mnohonásobne zvýšil produkciu pleteniny.

K najväčšiemu rozmachu pletiarkej výroby došlo v 19. storočí, kedy boli vynájdené takmer všetky princípy pletiarских strojov.

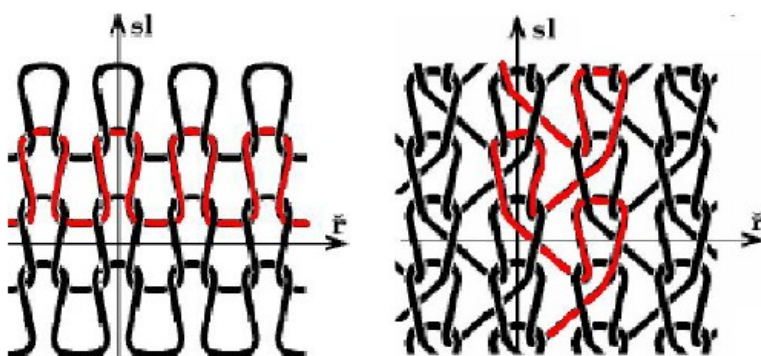
### 4.2 Charakteristika pletení

Pletenina je plošná textília vznikajúca prevliekaním slučiek alebo očiek. Záťažná pletenina vzniká postupným prevliekaním nite väzbovými prvkami v smere riadkov. Je ľahko párateľná.

Osnovná pletenina vzniká prevlečením sústavy nití väzbovými prvkami v smere stĺpcov. Je ťažko párateľná.

Stĺpec – vzájomne previazané očka nad sebou

Riadok – vzájomne previazané očka vedľa seba



Obr. 4.1 Záťažná a osnovná pletenina

## **Základné parametre pleteniny**

Hustota stĺpcov  $H_s$  [ $m^{-1}$ ] – udáva počet stĺpcov pleteniny na jeden meter

Hustota riadkov  $H_r$  [ $m^{-1}$ ] – udáva počet riadkov pleteniny na jeden meter

Hustota celková (plošná)  $H_c$  [ $m^{-2}$ ] – udáva počet očiek (resp. väzbových prvkov)  
na  $1\ m^2$

$$H_c = H_s \cdot H_r$$

### **4.2.1 Rozdelenie pletení**

#### **Záťažné**

jednolícne : všetky očká sú prevliekané jedným smerom (na lícnu stranu)

obojlícne : obsahuje stĺpce lícnych a rubných očiek

obojrubné : v stĺpci sa vyskytujú lícne aj rubné očká

interlokové : vznikajú vzájomným prestúpením dvoch obojlícnych podštruktúr

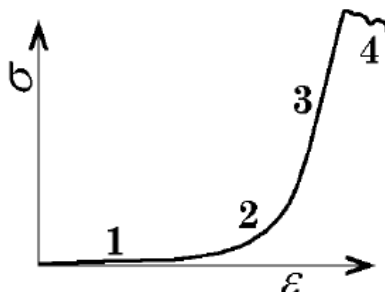
#### **Osnovné**

jednolícne : obsahuje len jeden druh očiek

obojlícne : obsahuje lícne a rubné stĺpce

### 4.2.2 Pevnosť a ťažnosť pleteniny

Osnovné i záťažné pleteniny sú proti tkaninám charakterizované plošnejším väzným bodom, ktorý má možnosť posuvu, čo je mu dané väčšou deformabilitou oproti tkaninám.



Obr. 4.2 Deformačná krivka pleteniny

Deformačná krivka pleteniny má 3 hlavné časti. Krivka je veľmi nelineárna. V prvom úseku sa pletenina deformuje už pri pôsobení veľmi malého napätia. Pritom sa mení geometria osy nite a nite sa po sebe vo väzných bodoch posúvajú. [5]

V druhom úseku sa zväčšuje strmosť krivky, lebo posuv nití po sebe vyžaduje aj podstatnejšiu deformáciu prierezu nite (susedné väzné body sa dostali do kontaktu).

V tretej časti sú možnosti zmeny geometrie pleteniny takmer vyčerpané a začne sa uplatňovať doteraz menej významná pozdĺžna deformácia (ťažnosť) nite.

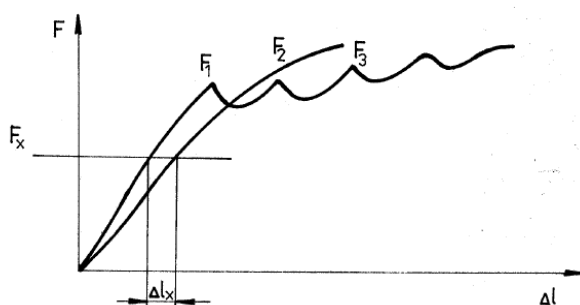
## 5 Namáhanie šitých spojov

Namáhanie šitého spoja môže prebiehať tromi spôsobmi:

- v pozdĺžnom, priečnom a obecnom smere. [4, str. 207]

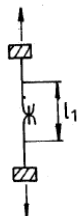
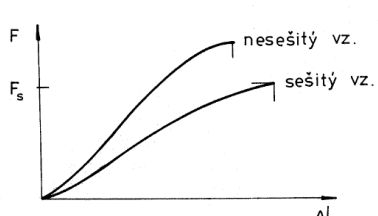
Namáhanie v obecnom smere sa neprevádza pre náročnosť vyhodnocovania výsledkov.

Pri namáhaní švu v pozdĺžnom smere sa na ťahovej krivke prejavujú porušenia jednotlivých väzných bodov švu ( $F_1, F_2, \dots, F_n$ ). Šev spôsobuje spevnenie textílie, čo sa prejaví vyššou strmosťou ťahovej krivky. Dôležitou hodnotou tohto namáhania je diferencia  $\Delta l_x$ , ktorá pri danej sile  $F_x$  vykazuje rozdiel deformácie medzi zošitou a nezošitou vzorkou.



Obr. 5.1 Namáhanie švu v pozdĺžnom smere

Priečne namáhanie šitej textílie je charakterizované poklesom pevnosti, pretože došlo k poškodeniu nite v celej šírke vzorky. Ťahová krivka v tomto prípade má opačnú reláciu než u namáhania pozdĺžneho.



- namáhaním švov v priečnom smere môže dochádzať k posuvu nití vo šve

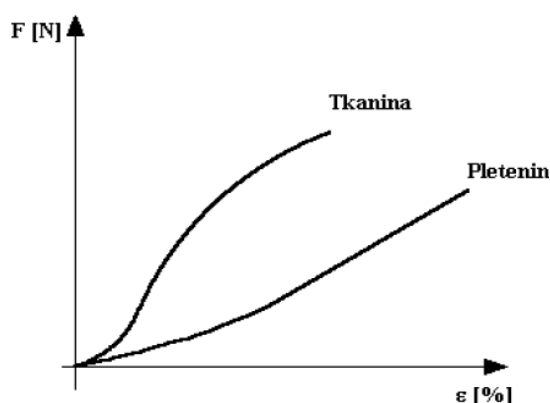
Obr. 5.2 Namáhanie švu v priečnom smere

## 6 Teoretický rozbor namáhania retiazkového a viazaného stehu

Zásadným rozdielom medzi retiazkovým a viazaným stehom je zásoba nite vo vytvorenom stehu, čo výrazne ovplyvňuje pevnosť, ťažnosť a pružnosť šitých spojov.

Princíp tohto rozdielu môžeme porovnať s rozdielom medzi pleteninou a tkaninou. Kde tkaniny majú menej plošný väzný bod oproti pleteninám. U tkanín teda odpadá možnosť výrazného posunu nití a skôr dochádza k ich deformáciám. Tkanina teda vykazuje väčšiu pevnosť a menšiu ťažnosť. Krivka ťahového namáhania tkaniny má strmší charakter, než krivka pleteniny, ktorá je pozvoľne stúpajúca.

Pletenina sa teda vyznačuje nižšou pevnosťou a vyššou ťažnosťou. Čo je ovplyvnené plošnejšími väznými bodmi a tým, že niť samotná sa deformuje až po deformácii tvaru oka.



Obr. 6.1 Ťahové krivky tkanín a pletenín

Takto môžeme zdôvodniť rozdielne ťahové vlastnosti viazaných a retiazkových stehov. Na vytvorenie retiazkového stehu sa upotrebí oveľa väčšie množstvo nite než u stehu viazaného.

Pri tvorení viazaného stehu prechádzajú slučky vrchnej nite šitým materiálom a v jeho strede sa previažu so spodnou niťou. Dĺžka spodnej a vrchnej nite vytvoreného stehu je rovnaká. Čo znamená, že u viazaného stehu sa nedostáva priestor pre posun nití a skôr dochádza k deformácii samotnej nite.

Retiazkové stehy (tr. 400) sa vytvárajú dvoma alebo viacerými niťami. Slučka ihlovej nite sa po priechode šitým materiálom preväzuje na jeho spodnej strane slučkou spodnej nite zo slučkovača, čím na spodnej strane šitého materiálu vznikne dvojito previazaná retiazka.

Teda zásoba vrchnej aj spodnej nite je oveľa väčšia než u stehu viazaného. Nite tvoriace retiazkový steh sa môžu posúvať a až po zdeformovaní tvaru vytvoreného stehu dochádza k naťahovaniu nití.

Viazané stehy teda vykazujú dobrú pevnosť, ale nižšiu ťažnosť. Retiazkové stehy majú naopak pomerne vysokú ťažnosť. A práve preto sú tieto stehy vhodné pre šitie pletenínových materiálov.

## **6.1 Namáhanie nití počas tvorby viazaného stehu**

### **6.1.1 Namáhanie vrchnej nite**

**1.fáza** - od momentu utiahnutia stehu po okamžik vpichu ihly do diela

- ťahová sila v niti je minimálna

**2. fáza** – od momentu, keď sa ihla zabodáva do šitého materiálu do momentu dolnej úvrate ihly

- vzrast ťahovej sily nastane až v okamžiku, keď vrchná strana uška ihly začne zanášať niť do diela. Niť na chapačovej strane ihly, ktorej koniec je upevnený vo väznom bode predchádzajúceho stehu, sa pri pohybe ihly dolu začne napínať. Niť musí prekízať cez uško ihly. [8] Ihla musí prekonávať odpor materiálu, ktorý sa zvýši o treťiu silu medzi šitým materiálom a niťou.

Tretia sila na oboch stranách ihly nie je rovnaká. Na návlekovej strane sa niť sková do dlhej drážky a tak je čiastočne chránená pred vnútorným pnutím šitého materiálu. Nárast ťahovej sily podnecuje trenie ihlovej nite o ihlu v dlhej drážke, pretože niť sa v nej pohybuje dvakrát rýchlejšie ako sa pohybuje ihla voči dielu z dôvodu zanášania dostatočnej zásoby vrchnej nite pod stehovú dosku na vytvorenie slučky. [8] Trenie v ušku ihly vyžaduje kvalitnú ihlu, aby ihla nepoškodzovala šitý materiál.

**3.fáza** – od dolnej úvrate ihly po okamžik vniknutia chapača do slučky vrchnej nite

- po uvoľnení napätia nite vplyvom pohybu ihly z dolnej úvrate sa slučka, ktorá doteraz obopínala ihlu rozostúpi a na strane krátkej drážky sa vytvorí medzera medzi niťou a telom ihly asi 0,6mm a na strane dlhej drážky asi 0,4mm. Táto nesúmernosť je spôsobená unášaním vetvy slučky skrytej v dlhej drážke spolu s ihlou hore, zatiaľ čo vetva slučky na strane krátkej drážky je pridržiovaná pod šitým dielom trením medzi niťou a šitým materiálom. Pri ďalšom pohybe ihly nahor sa slučka zväčšuje, ale posúva sa nahor aj najnižší bod slučky. [8]

V prvom okamihu pohybu ihly z dolnej úvrate smerom nahor sa obe strany slučky od seba vzdávajú v súvislosti s pružnosťou a tuhosťou šiciego materiálu. [8] Pružnejšie nite majú snahu o napriamovanie sa. Táto snaha má za následok, že sa slučka začne značne zväčšovať.

V tejto fáze sa ešte najnižšia časť slučky dotýka hornej časti uška ihly. V ďalšom okamihu bude prestávať pôsobenie pružnosti a tuhosti nite na rozširovanie slučky a rýchlosť pohybu ihly bude vzrastať. Horná časť uška sa odtiahne od dolnej časti slučky a dolná časť uška sa ku nej bude približovať, až začne tlačiť slučku smerom nahor. Slučka sa začne ďalej rozširovať. Hrot chapača vniká do medzery skoro po začiatku pôsobenia dolnej časti uška ihly na slučku a ďalšie rozširovanie slučky ihlou je zbytočné. Slučku si väčšinou zväčší sám chapač.

**4. fáza** – od vniku chapača do slučky vrchnej nite po zošmykovanie slučky z tela chapača

- najskôr hrot chapača zachytí slučku vrchnej nite. Otvor v slučke je dostatočne veľký, nemusí sa zväčšovať, nedochádza k pohybu nite. Až keď sa slučka prevlieka cez hrot chapača, dochádza k vťahovaniu nite pod stehovú dosku. V momente vťahovania nite do otvoru v diele, ktorý má snahu sa stiahnuť, ihla musí prekonať odpor materiálu. Ihla sa po nich šmýka, niť sa pohybuje smerom dolu a spotrebováva sa na rozširovanie slučky.

Dôležitým a charakteristickým okamžikom pri tvorbe stehu je najväčšie rozšírenie slučky vrchnej nite pri prevliekaní cez najväčší priemer cievkového telesa. Veľmi nebezpečná chvíľa nastáva v momente, keď ihlová niť dosiahne koreň hrotu chapača. Pri vysokej rýchlosti stroja v tomto okamžiku dochádza k rázu. [8]

Následné rozširovanie slučky a prevliekanie cez cievkové puzdro má za následok vzrast ťahovej sily z titulu trenia nite o materiál, nite o ihlu v dlhej drážke, trenie nite o časť uška ihly, nite o niť a trenie nite o chapač.

Z uvedeného rozboru vyplýva, impulz sily v tejto fáze vyvoláva chapač.

**5. fáza** – od momentu sťahovania slučky vrchnej nite z chapača do momentu utiahnutia stehu

- v momente zošmyknutia nite z tela chapača dochádza k uťahovaniu stehu. V okamžiku dolnej úvrate očka niťovej páky zostáva veľká zásoba hornej nite. Voľná horná niť spôsobuje, že pri pohybe očka niťovej páky z dolnej úvrate nite je niť vyťahovaná so zrýchlením zväčšujúcim sa z nulového zrýchlenia. [8] Za voľnú niť zatiahne očko niťovej páky, ktorá sa pohybuje rýchle, čo spôsobuje v niti ráz. Pri vysokých otáčkach môže mať tento ráz nepriaznivý vplyv pôsobením zotrvačnosti na slučku hornej nite vyťahovanej z chapača. Vzniknuté rázové napätie v tomto okamžiku pomáha rozložiť vyrovnávaciu pružinu.

Pri zaťahovaní stehu sa musí z cievky so spodnou niťou v chapači odvinúť spodná niť v potrebnej dĺžke k utvoreniu stehu. K prekonaniu zotrvačnosti cievky v kľude a k prekonaniu trenia nite v napínači spodnej nite je potrebné vyvinúť silu. Vyvíja ju vrchná niť, ktorej slučka je obomknutá okolo spodnej a začína ju vťahovať do otvoru v stehovej doske. Pri ďalšom pohybe stroja je spodná niť zaťahovaná do šitého materiálu. Odpor proti vniknutiu previazanej vrchnej a spodnej nite do šitého materiálu musí byť opäť prekonaný ťahom hornej nite, ktorý v nej vyvoláva napätie. Čím rýchlejšie je spodná niť odvíjaná z cievky a čím rýchlejšie bude vťahované previazovanie hornej nite do šitého materiálu, tým väčšia bude potrebná sila pre zatiahnutie stehu.

Pri uťahovaní dochádza k protismernému klzaniu nití a ku vzniku veľkých ťahových síl. [8] Keďže plocha kontaktu je v mieste ohybu malá, vznikajú tu veľké normálové tlaky a dochádza k miestnemu preťaženiu nití.

Impulz sily vo fáze 5 vyvolá očko niťového mechanizmu. V momente, ako náhle je sila pre vťahovanie spodnej nite do diela väčšia ako sila vo vetve nite vedúcej od očka k brzdičke, brzdička prepustí úsek nite odpovedajúci dĺžke stehu.



### 6.1.2 Namáhanie spodnej nite

Spodná niť sa vedením cez vodiče a napínače navíja priamo v procese šitia na cievku chapača v obmedzenej dĺžke. Udeľuje sa jej v procese navíjania potrebné predpätie, aby sa ovin na cievke nezhrňal. Na cievke je niť namáhaná na ohyb. Na cievkovom puzdre chapača býva vytvorený výstupok, na ktorý je pripevnená pružina. Sila, ktorá pritlačuje niť k puzdru je daná manipuláciou regulačného šrôbu. [8]

Pretože slučku nevytvára spodná niť, ale iba zaistňuje previazanie stehu, je oveľa menej mechanicky namáhaná než vrchná niť. Ťahová sila, ktorá vzniká v niti závisí na veľkosti prítlaku vyvolaného prítláčnou pružinou a koeficiente trenia medzi povrchom pierka a povrchom nite. Jej zvýšenie nastane vo fáze zaťahovania stehu, keď očko niťového mechanizmu rýchlo vyťahuje zásobu vrchnej nite spod stehovej dosky a zanáša spodnú niť do stredu šitého materiálu. Ťahová sila v tomto okamihu je vyvolaná trením vyťahovanej spodnej nite o pierko napínača, o šitý materiál, trením vrchnej a spodnej nite navzájom, ale tiež neustálym trením spodnej nite o ihlový otvor v stehovej doske.

Ťahová sila v spodnej niti je iba tretinová až päťtinová v pomere s ihlovou niťou. Preto nedochádza k tak častým pretrhom spodnej nite ako u vrchnej.

## 6.2 Namáhanie nití počas tvorby dvojitného retiazkového stehu

**1. fáza** – od momentu utiahnutia stehu po okamžik vpichu ihly do diela

- v momente pred dosiahnutím prednej úvrate slučkovača dochádza k podaniu šitého materiálu. V mieste prednej úvrate sa slučkovač na okamih zastaví a koná priečny pohyb. Spodná niť je napnutá. Napätie sa znižuje pri pohybe slučkovača do jeho zadnej úvrate.

Vrchná niť je po utiahnutí stehu voľná.

**2. fáza** – od vpichu ihly do diela po dolnú úvrat ihly

- po ukončení podávania diela sa hrot ihly začína zapichovať do šitého materiálu. Z hľadiska tvorby slučky z vrchnej nite je táto fáza zhodná so stehom 301. Rozdiel je v tom, že ihla pri svojom pohybe do dolnej úvrate sníma slučku spodnej nite tvorenú slučkovačom pri jeho pohybe do jeho zadnej úvrate. Slučka je tvorená v geometrickom tvare, v tvare trojuholníka. Jeho strany tvoria – rameno slučkovača, slučka vrchnej nite navlečená na rameno slučkovača a spodná niť zašitá v riadku

stehu a ústiaca do výstupného otvoru v hlave slučkovača. Je dôležité zaistiť, aby sa charakteristický trojuholník tvoril pravidelne tj., aby bol ostro ohraničený pevnými a nedeformovateľnými stranami. Spodná a vrchná niť nesmú byť uvoľnené, aby trojuholník mohol byť spoľahlivo sňatý. Ťahová sila v spodnej niti je takmer nulová. Ťahová sila vo vrchnej niti je spôsobená na chapačovej strane ihly trením nite o niť, nite o telo slučkovača (veľký uhol opásania), trením nite o diel, trením nite o hornú stranu uška ihly, trením nite o telo ihly a trením nite o stehovú dosku. [8]

V okamihu, keď sa z tela slučkovača zvieče slučka vrchnej nite predchádzajúceho stehu, ihla napomáha ťahovaniu stehu. V závislosti na tom má vetva slučky na strane návlekovej väčšie napätie než vetva slučky na strane chapačovej. Potom prebieha kombinovaný pohyb nite, pri ktorom prebieha niť uškom ihly na strane hlbšej drážky a hneď na to na stranu plytšej drážky. Navyše na konci pohybu ihly do dolnej úvrate pri zbiehaní nite zo slučkovača je niť preťahovaná cez uško ihly so značným napätím a v okamihu dosiahnutia dolnej krajnej polohy ihly nie je vetva slučky na návlekovej strane bez napätia.

### **3. fáza** – od dolnej úvrate ihly po vytvorenie vhodnej veľkosti slučky

Namáhanie vrchnej nite je ako u stehu 301. Namáhanie spodnej nite je spôsobené ťahom nite slučkovačom, trením o drážku slučkovača, napätím vo väzbovom bode, trením nite o niť a spodnej nite o ihlu.

### **4. fáza** – od momentu vniku slučkovača do slučky vrchnej nite po moment utiahnutia stehu

Slučkovač začína do slučky vrchnej nite zanášať svoju spodnú niť. V ďalšom okamihu slučka vrchnej nite obopína telo slučkovača, ihla sa pohybuje nahor a šmýka sa po vrchnej niti. Vzrast ťahovej sily vrchnej nite vyvoláva okrem náhleho vniku slučkovača, trenie o slučkovač a trenie nite o uško ihly. V momente, keď dolný okraj uška ihly zaťahuje niť do šitého materiálu vzniká nárast ťahovej sily z dôvodu trenia nite o šitý materiál. [8] Ťahovanie stehu sa realizuje v tejto fáze vlastným slučkovačom a niťovým mechanizmom. Spodná niť je namáhaná ťahom slučkovača pri pohybe do prednej polohy, ale aj trením v drážke slučkovača.

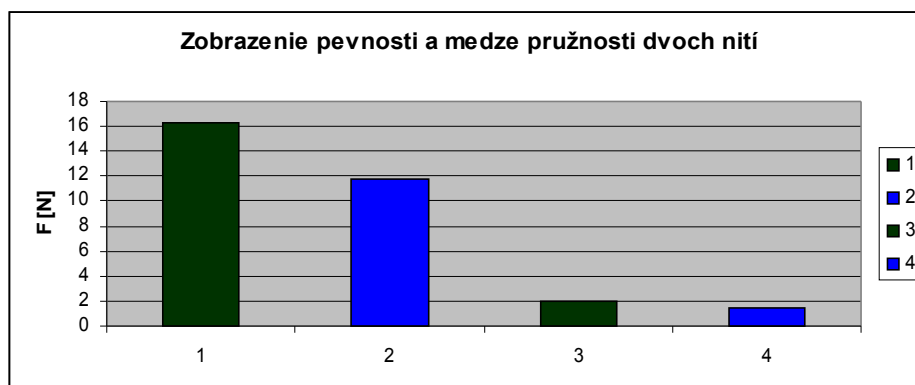
## 7 Pružnosť a pevnosť šitých spojov v závislosti na pružnosti a pevnosti nití

Vlastnosti šitých spojov sú závislé na vlastnostiach jednotlivých komponentov, z ktorých je tento šev zhotovený. To znamená, vlastnosti šitého materiálu a vlastnosti materiálu šijacieho.

V prípade pletenín sú hodnoty pevnosti a najmä ťažnosti značne vyššie, než je to u nití, použitých na šitie. Čo je dôvod, prečo sa u pletenín používajú špeciálne druhy stehov, aby nebola znehodnotená jedna z výhod pleteniny a to spomínaná ťažnosť. Každopádne nite šev ovplyvňujú. Dá sa povedať, že udávajú pevnosť šitého spoja. Pretože šev nie tak pevný ako šitý materiál, ale pevnosť je posudzovaná v momente, kedy je narušený steh.

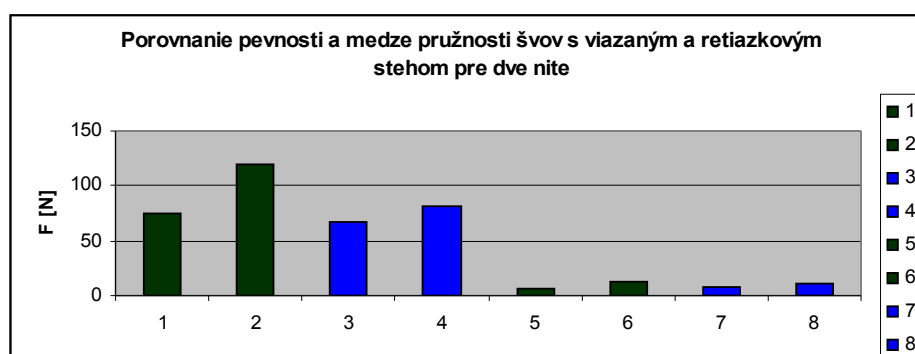
Stehy, ktoré sa používajú u pletenín, majú väčšiu zásobu nití než steh viazaný. Väčšie množstvo nite v retiazkových stehoch dovoľuje šitému materiálu viac využívať vlastnú ťažnosť.

Teda nite, s vyššou pevnosťou a pružnosťou predávajú tieto svoje vlastnosti aj zhotovenému švu.



1- pevnosť nite 1, 2- pevnosť nite 2, 3- medz pružnosti nite 1, 4- medz pružnosti 2

Obr. 7.1 Zobrazenie pevnosti a medze pružnosti nití



1- pevnosť švu, viazaný steh, niť 1, 2- pevnosť švu retiazkový steh, niť 1, 3- pevnosť švu, viazaný steh, niť 2, 4- pevnosť švu, retiazkový steh, niť 2, 5- medz pružnosti, viazaný steh niť 1, 6- medz pružnosti, retiazkový steh, niť 1, 7- medz pružnosti, viazaný steh, niť 2, 8- medz pružnosti, retiazkový steh, niť 2

Obr. 7.2 Zobrazenie pevnosti a medzí pružnosti švov pre porovnanie s Obr. 7.1

## 8 Možnosti hodnotenia pevnosti a pružnosti textílií a šitých spojov

Vlastnosti textílií ako aj iných druhov materiálov sú udávané štruktúrou tohto materiálu. Pre technológiu textílií a jej ovplyvňovanie je nutné poznať vzťahy medzi štruktúrou a vlastnosťami textílií dĺžkových a plošných.

Štruktúra textilných materiálov je daná rozložením, polohou a smerom uloženia základných častí textílií ako sú vlákna a tiež ich úseky. Takže rovnomernosť, či nerovnomernosť, ktorú textílie získavajú v priebehu výroby, ovplyvňuje výsledné vlastnosti, medzi inými aj pevnosť, pružnosť a ťažnosť.

Metódy merania uvedených vlastností sú mechanické:

- najznámejšia metóda dynamometrického merania
- a metóda emisná, a to emisie napätových vln

### 8.1 Dynamometrické meranie

Dynamometrické merania prevádzané na dynamometroch sú bežne používané a známe. Typy prístrojov sa líšia podľa výrobcu, ale spôsob merania spočíva v rovnakých princípoch. Merané mechanické vlastnosti sú zaznamenané pracovným diagramom závislosti sily na predĺžení.

Na jednom type dynamometra (LabTest) bol prevedený aj experiment tejto práce. Bližší popis zloženia prístroja, postup merania a možnosti meraní je v predošlých a ďalších kapitolách.

### 8.2 Emisia napätových vln (akustická emisia)

Jeden z nedeštruktívnych spôsobov merania, vhodný k zisťovaniu elasticity textílií. Táto metóda bola vyvinutá pre kontrolu provozných podmienok konštrukcií mostov, lietadiel, rakiet a pre ďalšie dôležité aplikácie, kde je potrebná vysoká citlivosť merania.

Počiatkové zmienky o akustickej emisii siahajú až do 8. stor. pr. n. l. k arabskému učencovi Dschabira ibn Hajjana, ktorý sa zaoberal akustickou emisiou cínu. Za otca modernej akustickej emisie sa pokladá J. Kaiser, ktorý sa týmto javom začal zaoberať v polovici 20. storočia v svojej doktorskej dizertácii, kde došlo k objavu Kaiserovho javu, ktorý konštatuje tieto dve skutočnosti:

1. Akustická emisia môže vznikáť vo všetkých kondenzovaných látkach pri vonkajšom pôsobení fyzikálnych polí, mechanickom, tepelnom, elektrickom alebo magnetickom. [7, str. 16]
2. K akustickej emisii dochádza iba v prípade, keď látka je namáhaná silnejším účinkom, než tomu bolo pri predchádzajúcom zaťažení. [7, str. 16]

Prvé meranie akustickej emisie v textíliách bolo pravdepodobne prevedené v spolupráci VŠST v Liberci a Technische Hochschule v Žitave.

### 8.2.1 Emisia napätových vln a podstata jej merania

Akustická emisia je fyzikálny jav, kde pri namáhaní látok vonkajšími účinkami vznikajú vnútorné a povrchové napätové vlny dynamickou zmenou štruktúry v látkach. Z energie nahromadenej v štruktúre materiálu vznikla energia napätových vln.

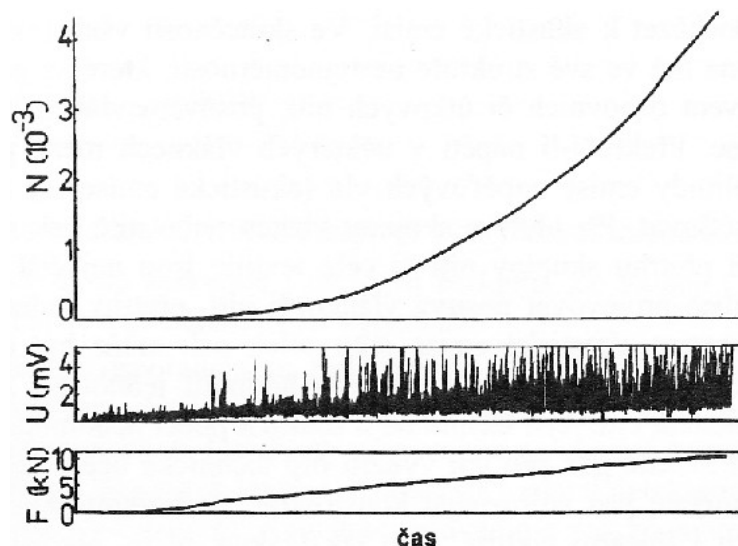
Dynamické javy sa na akustickej emisii podieľajú v dvoch podobách, mikroskopickej a makroskopickej. V mikroskopickom merítku sú zdrojom pre emisiu napätových vln pochody pri vnútornom trení, šírenie a zánik porúch ako sú konce reťazcov a stupňovité poruchy v polyméroch. Pre makroskopické merítko emisií napätových vln predstavujú zdroj plastické deformácie, nerovnomernosť, trhliny, vonkajšie trenie a iné.

Pri meraní akustickej emisie sa volí spôsob zaťažovania, ktorý u textílií predstavuje ťahové namáhanie prípadne trenie. Z meraných charakteristík emisie napätových vln sa zaznamenáva spektrum akustickej emisie aktivity, čo je počet pulzov za jednotku času alebo dĺžková hustota pulzov. Výsledky sa zaznamenávajú v dB, zaznamenáva sa teda hladina akustickej intenzity, súvisiaca s výchylkami akustickej emisie.

Pre experimentálne usporiadanie je potrebné použitie vhodného detektoru, v súčasnosti najviac používaný piezoelektrický detektor. Vhodné miesto na upevnenie detektoru je väčšinou na čelusti dynamometra, alebo aj na skúšanú vzorku. Elektrický signál detektoru je vedený na predzosilňovač a z neho na zosilňovač. Pri meraní sa obvykle pracuje vo frekvenčnom rozsahu 5 kHz až 5 MHz. Kalibráciou detektorov a experimentálneho usporiadania je možné určovať absolútne hodnoty výchyliek, ktoré sa obvykle uvádzajú v relatívnych jednotkách (voltoch).

Namáhaním textílií na dynamometroch dochádza k deformácii textílie. U dokonale rovnomerných materiálov by počas elastickej deformácie nemalo dochádzať k emisii napätových vln. Avšak v skutočnosti má každá textília vo svojej štruktúre nerovnomernosti spôsobované trením nití, vlákien alebo ich posuvom, čo vyvoláva pulzy akustickej emisie. Ak napätie prekročí medz pevnosti vlákna, dôjde k jeho pretrhu, čo sa prejaví ako zvyšovanie amplitúdy akustickej emisie. V prípade, že je porušená skupina vlákien, niť alebo plošná textília, amplitúdy emisie napätových vln potom nadobúda najvyšších hodnôt.

Vďaka svojej presnosti a jemnosti merania, môže byť táto metóda použitá k hodnoteniu aj dĺžkových textílií.



Obr. 8.1 Záznam akustickej emisie so záznamom namáhania na dynamometri (aplikácia na uhlíkových vláknach), podľa [7]

Na Obr. 8.1 je vynesенý pracovný diagram namáhaných vlákien a tiež záznam počtu pulzov akustickej emisie v závislosti na predĺžení vlákien. V diagramoch vyčítame, že kým pracovný graf vykazuje linearitu, počet pulzov v závislosti na predĺžení rastie exponenciálne. Tak isto záznam amplitúd pulzov vykazuje vysokú aktivitu akustickej emisie.

Jednotlivé pulzy predstavujú postupné deformácie skúšanej textílie, avšak ich pravý, konkrétny pôvod je ťažko zistiteľný. Všeobecne, ale možno povedať, že množstvo pulzov je spôsobené mikromechanizmami deformácie vlákien a ich vzájomným trením. Môžeme vydedukovať, že pulzy s vyššou hodnotou amplitúdy sú spôsobené pretrhmi jednotlivých vlákien.

Z dôvodu obtiažnosti získania výsledkov na základe počtu pulzov, používa sa pre vyhodnocovanie spektrogram akustickej emisie, čo znamená závislosť hladiny akustickej intenzity, zaznamenananej detektorom na čase namáhania vzorky, či predĺžení.

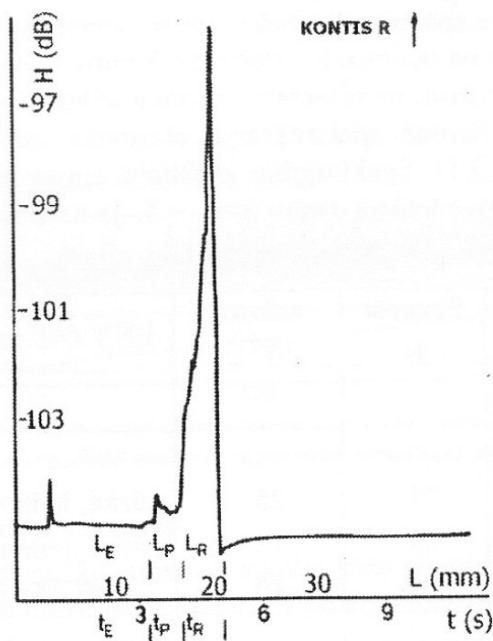
Na Obr. 8.2 je znázornený príklad závislosti hladiny akustickej intenzity na čase a predĺžení. Jednotlivé symboly v spektrograme predstavujú:

t ... doba namáhania vzorky

L ... predĺženie

H ... hladina akustickej intenzity

E,P,R ... deformácia elastická, plastická a pretrh



Obr. 8.2 Spektrogram akustickej emisie hladiny akustickej intenzity, podľa [7]

Prvá časť grafu označená  $t_E$ ,  $L_E$  predstavuje priebeh rovnobežný s osou času, čo znamená, že textília vykazuje elastické deformácie a teda vzorka sa prejavuje ako mechanicky rovnomerná. Maximum na začiatku tejto časti nie je prejavom deformácie, ale je iba dôsledkom zapnutia dynamometra a označuje začiatok namáhania.

Ďalšia oblasť pod označením  $t_P$ ,  $L_P$  je dôkazom prejavu plastických deformácií. V tejto časti sú zaznamenávané pulzy, vznikajúce v dôsledku vzájomného trenia vlákien alebo zmenou ich orientácie, prípadne pretrhmi jednotlivých mikrovlákien.

V tretej časti  $t_R$ ,  $L_R$  dochádza konečne k radikálnemu porušeniu textílie, ktoré je nasledované pretrhom.

Táto metóda je teda veľmi citlivá k zmenám odohrávajúcim sa v štruktúre textílie, či iného materiálu počas mechanického namáhania. Citlivosť merania potom umožňuje presnejšie určenie hodnôt pružnosti vlákien, nití, plošných textílií a tiež švov. Pri zisťovaní pevnosti a pružnosti švov je jemnosť merania významná v dôsledku toho, že šev sa pokladá za porušený v momente narušenia nití, čo ale často komplikuje práve vplyv šitej plošnej textílie a u pletenín je tento vplyv ešte významnejší.

## 9 Experimentálna časť

V experimentálnej časti je popísaný spôsob, ako je možné dosiahnuť meraním hodnotu pružnosti švov.

### 9.1 Merací prístroj

Pri meraní bol použitý prístroj na zisťovanie pevnostných a ťahových vlastností materiálov LabTest 2.05.

Pohyblivý priečnik meracieho zariadenia rozdeľuje rám stroja na dva pracovné priestory:

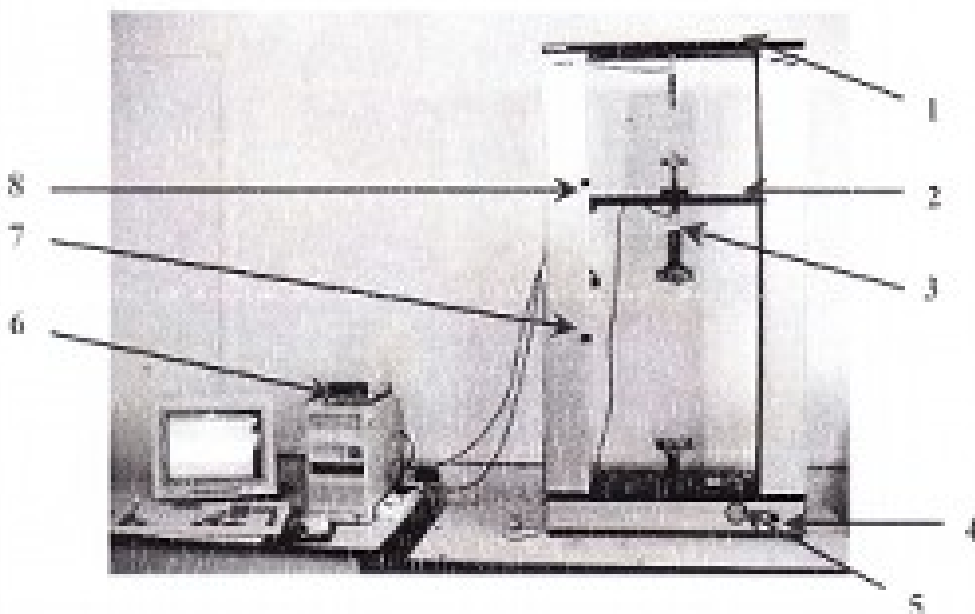
- horný, v ktorom sa pracuje s dĺžkovými textíliami
- dolný, v ktorom sa namáhajú samostatné plošné textílie alebo švy

Zaťaženie silomerného snímača na hornom pevnom priečniku je ťah/tlak do 100N a snímač na dolnom pohyblivom priečniku má menovité zaťaženie ťah/tlak do 2500N.

Priečniky sú ovládané pomocou počítača, do ktorého snímače prenášajú namerané dáta a súčasne vykresľujú krivku závislosti zisťovaných veličín .

Pred samotným meraním je nutné určiť definíciu merania:

- určenie typu namáhania, pracovný priestor, výstupné hodnoty, vstupné parametre, predpätie, priebeh a ukončenie skúšky.....



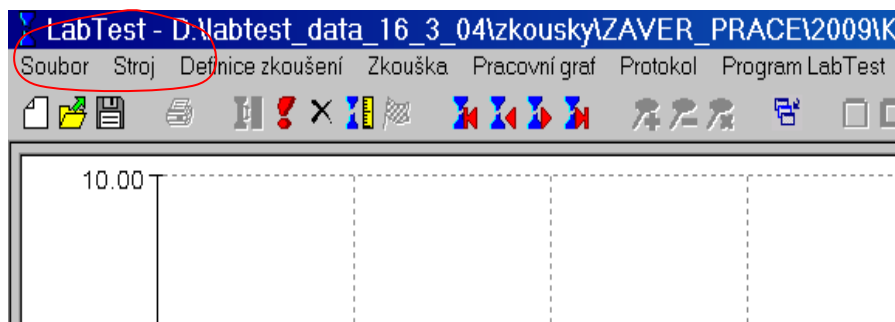
Obr. 9.1 LabTest 2.05

- |                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| 1- horný priečnik             | 5- kontrolka napájania |
| 2- pohyblivý priečnik         | 6- modul riadenia      |
| 3- silomerný snímač           | 7- spodná zarážka      |
| 4- bezpečnostné STOP tlačítko | 8- horná zarážka       |



### 9.1.1 Program LabTest

Ovládanie stroja je zabezpečené programom LabTest.  
Samotnému meraniu predchádza zadanie definície skúšania.



Obr. 9.2 Pracovné okno LabTest

#### Výstupné hodnoty:

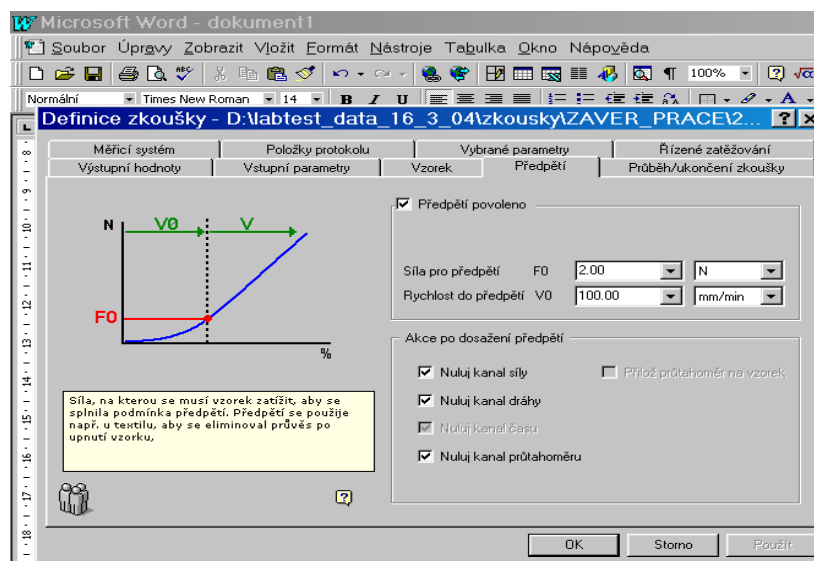
- v zozname dostupných položiek je možné určiť veličiny, ktorých hodnoty budú pri meraní automaticky zaznamenávané. Požadované položky môžu byť pridávané alebo odoberané.

#### Vstupné parametre:

- na základe hodnôt, ktoré sú zvolené ako výstupné, môže program požadovať zadanie niektorých vstupných parametrov.

#### Predpätie:

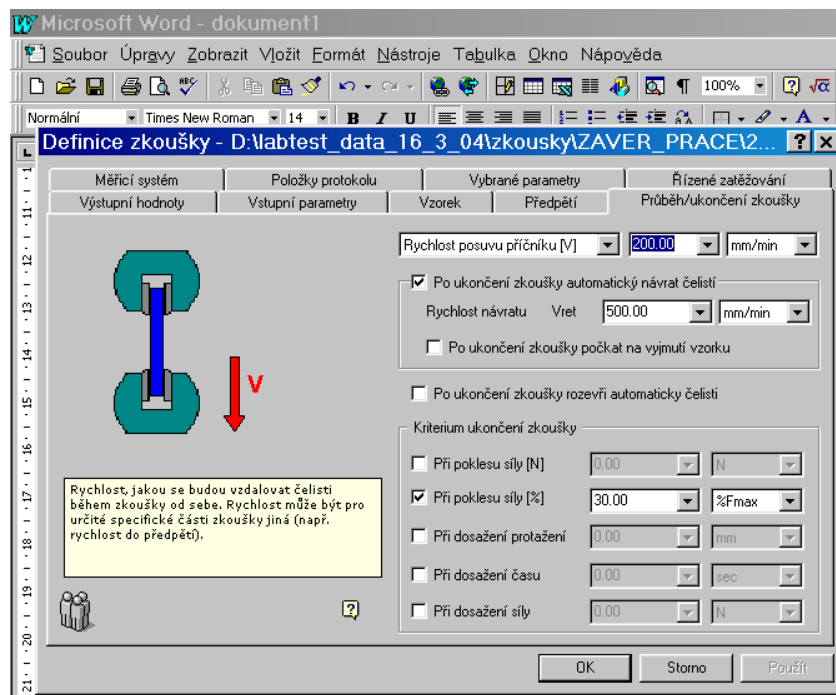
- funkcia predpätia eliminuje deformáciu, ktorá vzniká na skúšobnom stroji do chvíle, než dôjde k skutočnému nárastu sily na skúšanom vzorku
- hodnota predpätia je stanovená podľa predpisu normy, ktorá stanovuje predpätie v závislosti na plošnej hmotnosti skúšaného materiálu



Obr. 9.3 Pracovné okno pre určenie predpätia

### Priebeh a ukončenie skúšky:

- stránka , na ktorá zabezpečuje nastavenie definície vlastného priebehu skúšky a najmä stav, kedy je skúška považovaná za ukončenú a získané hodnoty môžu byť spracované
- pri skúškach pevnosti samostatného materiálu, je ukončenie skúšky definované pri poklese sily na 50 až 80%, aby došlo k úplnému pretrhnutiu.
- pri zisťovaní pevnosti švu stačí ukončiť skúšku už pri poklese sily na 30% z dôvodu toho, že šev je porušený v momente pretrhu nite, ktorá má menšiu pevnosť než samotný šitý materiál a nemusí dôjsť až k úplnému pretrhnutiu celej vzorky



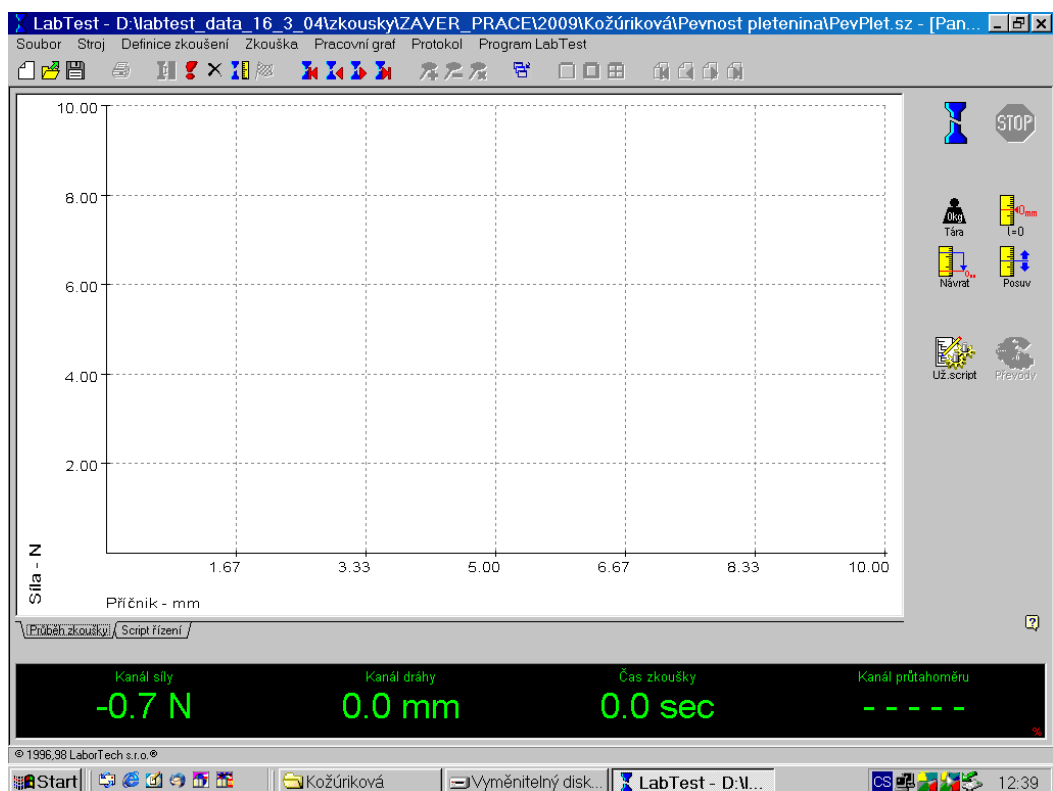
Obr. 9.4 Pracovné okno pre zadávanie priebehu skúšky

## Panel stroja:

- okno programu, cez ktoré je pomocou daných funkcií ovládať stroj. Najväčšiu plochu tohto okna zaberá plocha pre vykreslenie grafu, ktorý zaznamenáva priebeh skúšky.

Ďalšou časťou sú položky dôležité pre ovládanie funkcií stroja.

- jednotlivé funkcie: štart skúšky  
stop prebiehajúcej skúšky  
tára kanálu sily  
nastavenie východzej polohy priečnika  
návrat priečnika do východzej polohy  
posuv priečnika na určitú polohu



Obr. 9.5 Pracovné okno pre vykresľovanie priebehu merania v podobe grafu

## 9.2 Odoberanie a príprava vzoriek

### 9.2.1 Odoberanie a príprava vzoriek nití

**ČSN EN ISO 2062 (80 0700)** – Níťe na návinech – Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.

Vzorky sa odoberajú podľa pokynov v materiálových špecifikáciách, pokiaľ sú k dispozícii.

Konkrétne vzorky boli odoberané z piatich rôznych návinov a pre každý návín po 10 meraní.

Zvolená upínacia dĺžka je 250mm, čomu zodpovedá rýchlosť posuvu 250mm/min.

Pred uchytením skúšobného materiálu do čelustí je potrebné skontrolovať, či sú čeluste presne nastavené a paralelné tak, aby udelená sila nevykazovala uhlovú odchylku.

Vzorka sa do čelustí upína s určitým predpätím.

Potom sa vzorka upne do svoriek. V priebehu merania je potrebné sledovať vzorku, či sa nevysúva z čelustí.

Meranie, u ktorého dôjde k vysunutiu vzorky z upínacích čelustí, alebo dôjde k pretrhnutiu vzorky vo vzdialenosti menšej než 6mm od čelustí, neberieme do úvahy.

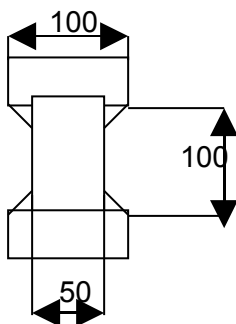
Zaznamenáva sa tržná sila a predĺženie pri pretrhu.

### 9.2.2 Odoberanie a príprava vzoriek plošnej textílie

**ČSN (80 0810)** – Zisťovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín.

Samostatný materiál:

Vzorky pleteniny sa strihajú v špeciálnom tvare podľa normy 800810 – Zisťovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín.



Obr. 9.6 Tvar pleteniny pre meranie na trhacom prístroji

Vzorky sa vždy strihajú 50mm od kraja materiálu a vždy s inou skupinou stĺpikov. Na strane, ktorá zostala po zvinutí na povrchu, sa vyznačia kontrolné rysy pre upnutie do čelustí prístroja.

## **ČSN EN ISO 13934 (80 0812) – Tahové vlastnosti plošných textilií**

Zjišťování maximální síly tažnosti při maximální síle

Skúšaná vzorka sa do čeľustí upína tak, aby jeho stredová os prechádzala stredom predných hrán čeľustí.

Pohyblivá svorka sa uvedie do chodu a skúšobná vzorka sa napína až do pretrhu. Zaznamenáva sa maximálna sila pri pretrhu a predĺženie v milimetroch pri maximálnej sile pri pretrhu.

Meranie, u ktorého dôjde k preklzávaní vzorky v upínacích čeľustiach, alebo dôjde k pretrhnutiu vzorky vo vzdialenosti menšej než 6mm od čeľustí, neberieme do úvahy.

## **ČSN EN ISO 13935 - Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekční výrobků.**

Zjišťování maximální síly do pretrhu švu.

Skúšaná vzorka plošnej textílie so stanovenými rozmermi a tvarom, so švom uprostred je naťahovaná až do pretrhu švu. Zaznamenáva sa maximálna nutná sila k pretrhnutiu švu.

Pokiaľ majú byť pred skúškou pripravené švy, musia byť stanovené podmienky šitia, vrátane typu šijacích nití, typu ihly, švu, prídavku na šev a počtu stehov na jednotku dĺžky.

Vzorka vystrihnutá podľa určených rozmerov sa preloží tak, aby hrana skladu bola rovnobežná s dlhšou stranou vzorky a v tomto smere sa ušije určený šev. Hrana skladu sa po ušití prestrihne tak, aby nebola narušený rozmer prídavku na šev.

Vzorky sa strihajú podľa normy 800810 s tou výnimkou, že sa prinechávajú švové záložky. Od začiatku šitia sa zmeria 15mm, ktoré sa nehodnotia v dôsledku rozjazdu stroja.

Takto pripravené vzorky sa pred samotným meraním zrolujú pomocou drôtov do roličky a v tomto tvare sa vzorky môžu upínať do čeľustí trhacieho prístroja.

Neberú sa do úvahy merania, pri ktorých došlo k preklzávaní vzorky v čeľustiach alebo k pretrhu vo vzdialenosti menšej 6mm od čeľustí.

## 9.3 Charakteristika použitého materiálu - pleteniny

Tab. 9.1 Vlastnosti pleteniny použitej pri meraní

mat. zloženie		bavlna
väzba		záťažná jednolícna
plošná hmotnosť	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,1692
hustota riadkov	[m <sup>-1</sup> ]	1730
hustota stĺpcov	[m <sup>-1</sup> ]	1320
farba		modrá

### 9.3.1 Zisťovanie plošnej hmotnosti pleteniny

**ČSN EN 12127 (80 0849)** - Textilie - Plošné textilie - zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků

Reprezentatívna vzorka plošnej textilie sa klimatizuje vo voľnom stave. Vystrihnú sa skúšobné vzorky, ktoré sa zvažia a vypočíta sa plošná hmotnosť vyjadrená v [g/m<sup>2</sup>].

Pred skúškou musia byť textilie uvedené do stavu bez napätia.

$m_1 = 0,422$  [g]

$m_2 = 0,426$  [g]

$m_3 = 0,418$  [g]

$m_4 = 0,422$  [g]

$m_5 = 0,426$  [g]

$m = 0,423$  [g]

$s = 0,003$

chyba merania = 0,005 [g]

$m_{pl} = 169,2$  [g/m<sup>2</sup>]

#### Meracie zariadenie

Elektronická váha  
ZMP RADWAG Radom  
TCM 128/95-2025

Maximálne zaťaženie 60 g  
Minimálne zaťaženie 0,02 g  
Presnosť merania  $\pm 0,001$  g  
Priemer misky 110 mm

### 9.3.2 Stanovenie počtu stĺpikov a riadkov na dĺžkovú jednotku

**ČSN 80 0869** - Pleteniny – Metoda stanovení počtu řádků a sloupků

$H_r$  = počet riadkov pleteniny na jednotku dĺžky [m]

$H_s$  = počet stĺpikov pleteniny na jednotku dĺžky [m]

$H_c = H_s * H_r$

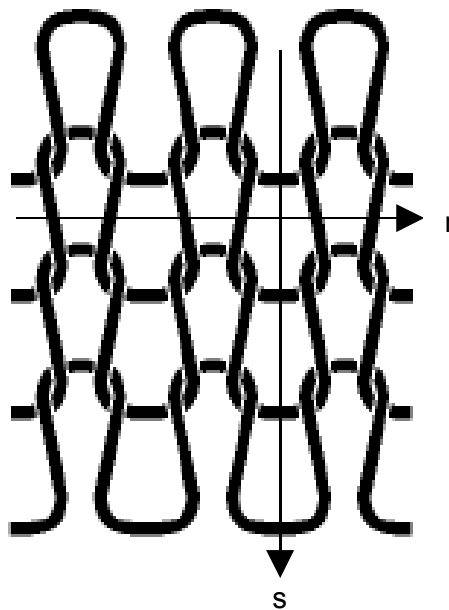
$H_c$  – hustota očiek záťažnej jednolícnej pleteniny [ $m^{-2}$ ]

Hustota riadkov a stĺpikov v pletenine sa stanovuje počítaním jednotlivých prvkov väzby pleteniny na jednotku dĺžky. Riadky sa počítajú v pozdĺžnom smere a stĺpiky v smere priečnom.

Hustota očiek vyplynie zo zistených počtov riadkov a stĺpikov, ktorých vzájomným násobením získame počet očiek na plochu.

$C$  – rozteč riadkov

$W$  – rozteč stĺpikov



Obr. 9.7 Záťažná jednolícna pletenina s vyznačením smeru riadkov a stĺpikov

## 9.4 Charakteristika použitých nití

**Tab. 9.2 charakteristika tmavo-modrej nite (UNIPOLY)**

materiálové zloženie		PE
jemnosť	[tex]	28
absolútna pevnosť	[N]	10,935
merná pevnosť	[N/tex]	0,390
ťažnosť	[%]	15,612

**Tab. 9.3 charakteristika svetlo-modrej nite (BIEZE STORK)**

materiálové zloženie		PE
jemnosť	[tex]	28
absolútna pevnosť	[N]	11,769
merná pevnosť	[N/tex]	0,420
ťažnosť	[%]	18,661

**Tab. 9.4 charakteristika tmavo-zelenej nite (AMANN)**

materiálové zloženie		PE
jemnosť	[tex]	28
absolútna pevnosť	[N]	16,321
merná pevnosť	[N/tex]	0,583
ťažnosť	[%]	18,465

**Tab. 9.5 charakteristika svetlo-zelenej nite (AMANN)**

materiálové zloženie		PE
jemnosť	[tex]	28
absolútna pevnosť	[N]	9,035
merná pevnosť	[N/tex]	0,322
ťažnosť	[%]	11,031

**Tab. 9.6 charakteristika šedej nite (BIEZE STORK)**

materiálové zloženie		PE
jemnosť	[tex]	28
absolútna pevnosť	[N]	11,582
merná pevnosť	[N/tex]	0,416
ťažnosť	[%]	17,825



## 9.5 Charakteristika šitia

### 9.5.1 Šijací stroj – viazaný steh

Brother BF – 40

DB2 – B755 – 403A



Obr. 9.8 Šijací stroj BROTHERR, použitý pri šití 2-nitného viazaného stehu

Jednohlavý šijací stroj poháňaný AC servo motorom, teda striedavým servo motorom. Sú to motory s presne nastaviteľnou polohou natočenia osy, sú vhodné pre dynamicky náročné úlohy, motory je možné preťažiť, bez toho aby boli porušené.

### 9.5.2 Šijací stroj – retiazkový steh

Siruba – model F007 J



Obr. 9.9 Šijací stroj SIRUBA, použitý pri šití 2-nitného retiazkového stehu

Dvojhlavý šijací stroj so spodným a vrchným krytím. Stroj je vhodný aj pre dvojnitný retiazkový steh. Stroj je vodný na šitie spodného prádla a iných odevov z pleteniny.

### 9.5.3 Charakteristika použitých strojových ihl

Výrobca: GROZ - BECKERT

Viazaný steh : 134

DPx5  
135x5  
135x7  
797  
SY 1955  
Nm 70/10  
FG/SUK

Retiazkový steh : UY 128 GBS

1280  
149x3  
149x31  
TVx3  
Nm 70/10  
FG/SUK

Šijacie ihly boli vybrané s ohľadom na šitý materiál – pleteninu. Dôležitý je najmä hrot ihly, ktorý môže byť rôzne tvarovaný v závislosti na hustote väzby šitého materiálu a jeho elasticite.

Pre textilné materiály sa používajú hroty kužeľovitého tvaru s mierne zaobleným hrotom, ostrým zaguľateným hrotom, mierne zaguľateným hrotom, stredne zaguľateným hrotom, silne zaguľateným hrotom, extra silne zaguľateným hrotom a špeciálne zaguľateným hrotom.

Pre pleteninu, ktorá bola použitá aj pre experiment v tejto práci, sú vhodné ihly so zaguľateným hrotom (FG/SUK). Ihla s týmto typom hrotu na rozdiel od špičiek ostrých, nepoškodzuje štruktúru materiálu. Ostré špičky sú vhodnejšie pre materiály s hustejšou väzbou.

Samozrejme výber ihly úzko súvisí s výberom šijacieho stroja, pre ktorý je vždy vhodný určitý typ ihly (výber podľa systému ihly).

Dĺžka stehu pri šití na oboch strojoch bola 2,5 mm, čo znamená 4 stehy na 1 cm.

## 9.6 Meranie

### 9.6.1 Zisťovanie pevnosti šijacieho materiálu

Meranie bolo prevedené na trhačke LabTest v hornom pracovnom priestore. Materiál bol namáhaný ťahom až do pretrhu, kde boli zistené hodnoty absolútnej pevnosti a predĺženia materiálu pri tejto sile. Z každého merania bol vygenerovaný graf, zaznamenávajúci priebeh skúšky.

Tab. 9.7

Tmavo-modrá niť (UNIPOLY)

	F [N]	$\Delta l$ [mm]	T [%]
1	10,48	38,15	15,26
2	11,37	38,35	15,34
3	10,47	38,35	15,34
4	11,53	40,69	16,27
5	10,71	38,12	15,25
6	10,58	40,19	16,08
7	11,31	41,15	16,46
8	9,91	37,25	14,9
9	11,61	40,65	16,26
10	11,37	37,43	14,97
priemer	10,94	39,03	15,61
s	0,58	1,47	0,59
var [%]	5,28	3,77	3,77

Tab. 9.8

Svetlo-modrá niť (BIEZE STORK)

	F [N]	$\Delta l$ [mm]	T [%]
1	11,65	46,06	18,42
2	12,05	46,19	18,48
3	11,72	44,37	17,75
4	11,48	48,11	19,24
5	11,67	45,76	18,3
6	12,05	47,22	18,89
7	11,63	46,48	18,59
8	11,6	47,29	18,91
9	11,96	46,84	18,74
10	11,89	48,21	19,28
priemer	11,77	46,65	18,66
s	0,2	1,15	0,46
var [%]	1,71	2,47	2,47

Medz pružnosti : 1,6N

Medz pružnosti: 1,4N

Tab. 9.9

Tmavo-zelená niť (AMANN)

	F [N]	$\Delta l$ [mm]	T [%]
1	15,75	45,08	18,03
2	15,3	45,34	18,14
3	16,54	44,13	17,65
4	16,23	45,8	18,32
5	16,55	46,14	18,46
6	15,66	44,72	17,89
7	17,05	48,29	19,32
8	16,66	48,33	19,33
9	16,61	45,93	18,37
10	16,86	47,87	19,15
priemer	16,32	46,16	18,47
s	0,57	1,5	0,6
var [%]	3,5	3,26	3,26

Tab. 9.10

Svetlo-zelená niť (AMANN)

	F [N]	$\Delta l$ [mm]	T [%]
1	10,06	30,25	12,1
2	9,8	29,57	11,83
3	8,36	26,18	10,47
4	10,15	29,2	11,68
5	8,84	26,38	10,55
6	8,83	27,72	11,09
7	9,02	27,51	11
8	9,14	27,85	11,14
9	9,27	28,37	11,35
10	6,89	22,76	9,1
priemer	9,04	27,58	11,03
s	0,95	2,14	0,85
var [%]	10,47	7,75	7,75

Medz pružnosti : 2N

Medz pružnosti : 1,6N

Tab. 9.11  
Šedá niť (BIEZE STORK)

	F [N]	$\Delta l$ [mm]	T [%]
1	12,06	46,93	18,77
2	12,32	45,65	18,26
3	11,79	44,19	17,68
4	12,25	47,13	18,85
5	10,73	42,24	16,89
6	11,76	44,57	17,83
7	11,36	44,1	17,64
8	11,25	43,51	17,4
9	10,78	42,7	17,08
10	11,53	44,63	17,85
priemer	11,58	44,57	17,83
s	0,56	1,62	0,65
var [%]	4,84	3,64	3,64

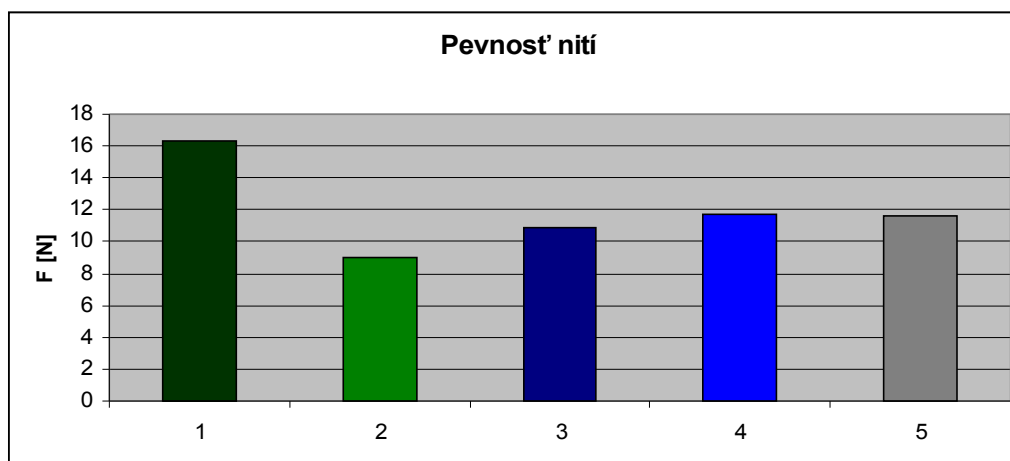
Medz pružnosti : 1,4N

### Grafické znázornenie hodnôt zaznamenaných v tabuľkách 9.7 až 9.11

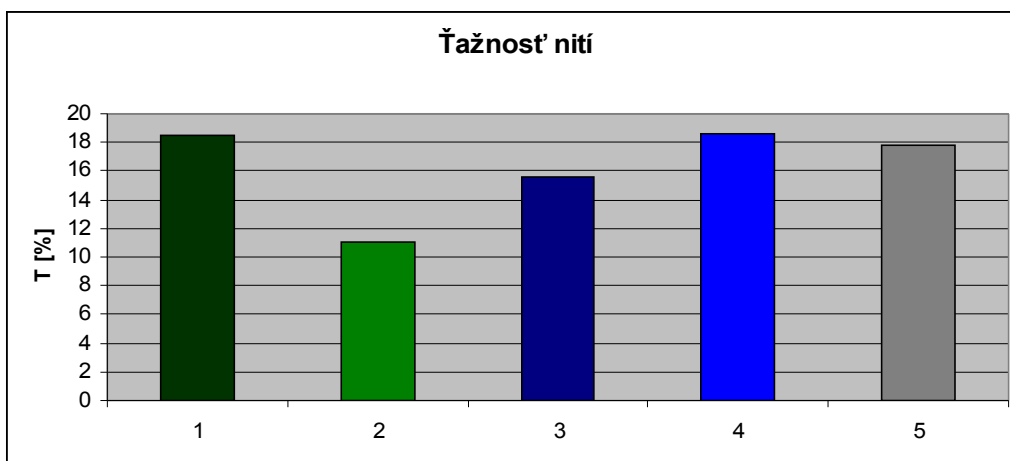
Legenda ku grafom 1-3:

- 1 – hodnoty pre tmavo-zelenú niť
- 2 – hodnoty pre svetlo-zelenú niť
- 3 – hodnoty pre tmavo-modrú niť
- 4 – hodnoty pre svetlo-modrú niť
- 5 – hodnoty pre šedú niť

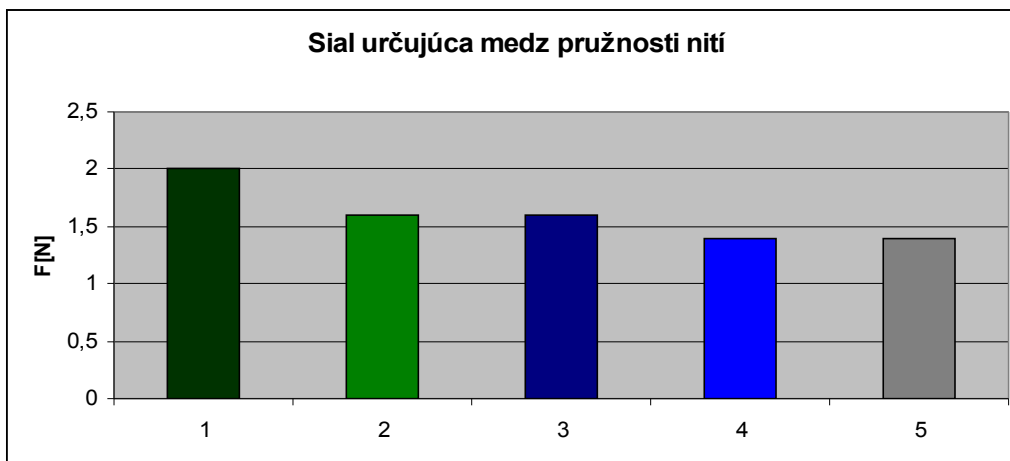
Graf 1:



Graf 2:



Graf 3:



Vzhľadom k tomu, že vybrané nite majú podobné vlastnosti a materiálové zloženie, nie sú ani veľké rozdiely v hodnotách pevnosti a ťažnosti. Avšak každá niť v rôznych úsekoch má inú nerovnomernosť, čo sa prejavuje pri meraní a tak isto je možná odlišnosť v dôsledku nepresnosti merania.

Najviac sa odlišuje niť tmavo-zelená. Odlišnosť sa viac prejavuje v hodnotách pevnosti, ťažnosť sa približuje hodnotám ostatných meraní. Patrnejší rozdiel ťažnosti sa prejavil u nite svetlo-zelenej nite. Tieto rozdiely sú potom viditeľné tiež u vzoriek so švom, ktoré boli šité jednotlivými niťami.

Zo získaných hodnôt pevnosti som pomocou dotýčnice, na vygenerovanom grafe, ktorá mi určila lineárny rast sily a predĺženia, stanovila silu, určujúcu prechod medzi deformáciami pružnými a trvalými.

### 9.6.2 Zisťovanie pevnosti šitého materiálu

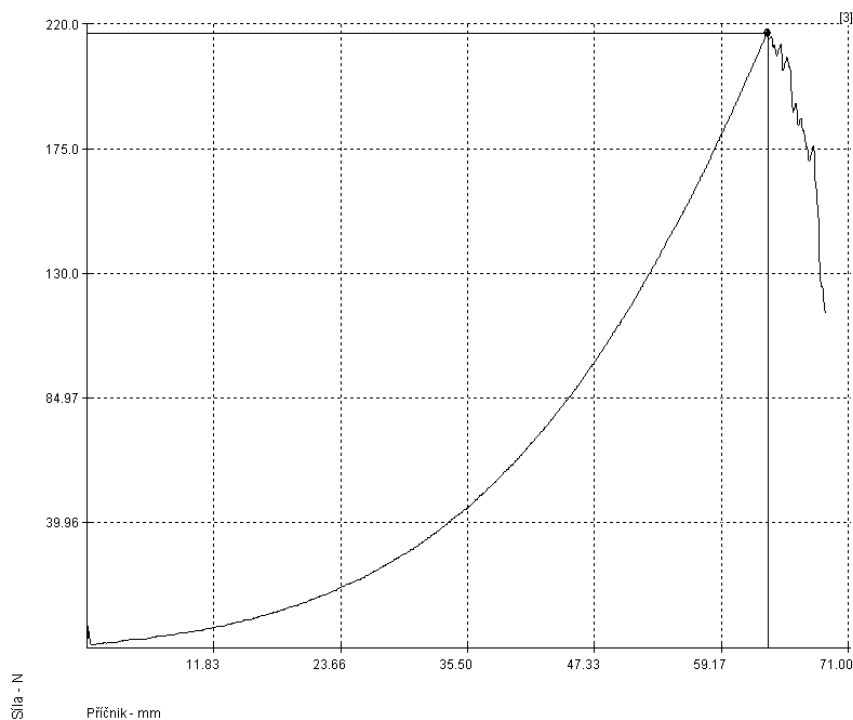
Meranie bolo prevedené na trhačke LabTest v spodnom pracovnom priestore. Skúšané vzorky boli namáhané ťahom až bola dosiahnutá sila, kde došlo k pretrhu vzorky. Zistenými hodnotami bola absolútna pevnosť a predĺženie materiálu pri maximálnej dosiahnutej sile. Priebeh meraní bol zaznamenávaný grafom.

Tab. 9.12 Hodnoty pre pleteninu získané dynamometrom

	1.	2.	3.	4.	5.	priemer	s	var [%]
F [N]	275,796	297,038	216,598	315,842	266,568	274,368	37,531	13,679
$\Delta l$ [mm]	69,997	77,666	63,264	77,267	72,434	72,125	5,922	8,211
T [%]	69,997	77,666	63,264	77,267	72,434	72,125	5,922	8,211

Medz pružnosti pleteniny : 10N

Vzor vygenerovaného grafu:



Obr. 9.10 Priebeh merania pevnosti šitého materiálu

### 9.6.3 Zisťovanie pevnosti švov

Meranie bolo prevedené na trhačke LabTest tak, ako predošlé merania, v spodnom pracovnom priestore. Skúšané vzorky boli namáhané ťahom až bola dosiahnutá sila, kde došlo k prvému porušeniu stehu. U švov nie je nutné pokračovať v meraní až do pretrhu šitého materiálu, pretože sa jedná o pevnosť švu, nie šitého vzorku. Zistenými hodnotami bola absolútna pevnosť pri porušení stehu a predĺženie skúšanej vzorky pri tejto sile.

Švy boli zhotovené piatimi vzorkami nití, ktoré majú rovnaké, či podobné vlastnosti.

#### Výsledky meraní pre švy s viazaným stehom

Tab. 9.13 Šev s tmavo-zelenou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	73,302	81,311	71,735	74,521	74,347	75,043	3,674	4,895
$\Delta l$ [mm]	36,235	39,361	36,038	35,438	36,309	36,676	1,539	4,196
T [%]	36,235	39,361	36,038	35,438	36,309	36,676	1,539	

Tab. 9.14 Šev so svetlo-zelenou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	52,06	42,31	49,1	46,662	43,006	46,627	4,104	8,801
$\Delta l$ [mm]	34,115	28,057	29,045	29,567	27,908	29,738	2,541	8,544
T [%]	34,115	28,057	29,045	29,567	27,908	29,738	2,541	

Tab. 9.15 Šev s tmavo-modrou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	63,377	66,86	65,815	58,328	56,761	62,228	4,492	7,218
$\Delta l$ [mm]	33,963	35,965	36,287	32,755	33,412	34,476	1,569	4,55
T [%]	33,963	35,965	36,287	32,755	33,412	34,476	1,569	

Tab. 9.16 Šev so svetlo-modrou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	67,034	69,646	73,476	64,77	61,114	67,208	4,699	6,991
$\Delta l$ [mm]	34,789	35,045	35,95	34,297	34,321	34,88	0,676	1,938
T [%]	34,789	35,045	35,95	34,297	34,321	34,88	0,676	

Tab. 9.17 Šev so šedou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	91,932	78,874	81,137	77,307	80,963	82,042	5,75	7,008
$\Delta l$ [mm]	40,692	40,298	39,358	37,995	37,514	39,171	1,391	3,551
T [%]	40,692	40,298	39,358	37,995	37,514	39,171	1,391	

## Výsledky meraní pre švy s retiazkovým stehom

Tab. 9.18 Šev s tmavo-zelenou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	116,134	118,92	134,59	107,428	120,313	119,476	9,82	8,219
$\Delta l$ [mm]	39,914	44,898	46,529	42,255	43,085	43,336	2,528	5,833
T [%]	39,914	44,898	46,529	42,255	43,085	43,336	2,528	

Tab. 9.19 Šev so svetlo-zelenou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	28,729	31,166	30,992	33,778	26,639	30,26	2,701	8,925
$\Delta l$ [mm]	21,357	21,692	20,178	23,507	19,115	21,169	1,656	7,822
T [%]	21,357	21,692	20,178	23,507	19,115	21,169	1,656	

Tab. 9.20 Šev s tmavo-modrou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	67,034	68,949	77,655	70,342	61,114	69,018	5,974	8,655
$\Delta l$ [mm]	33,54	34,255	36,193	35,136	31,064	34,037	1,935	5,684
T [%]	33,54	34,255	36,193	35,136	31,064	34,037	1,935	

Tab. 9.21 Šev so svetlo-modrou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	99,071	68,253	92,28	68,949	79,048	81,25	13,819	17,008
$\Delta l$ [mm]	40,566	34,657	41,653	36,084	38,002	38,192	2,94	7,697
T [%]	40,566	34,657	41,653	36,084	38,002	38,192	2,94	

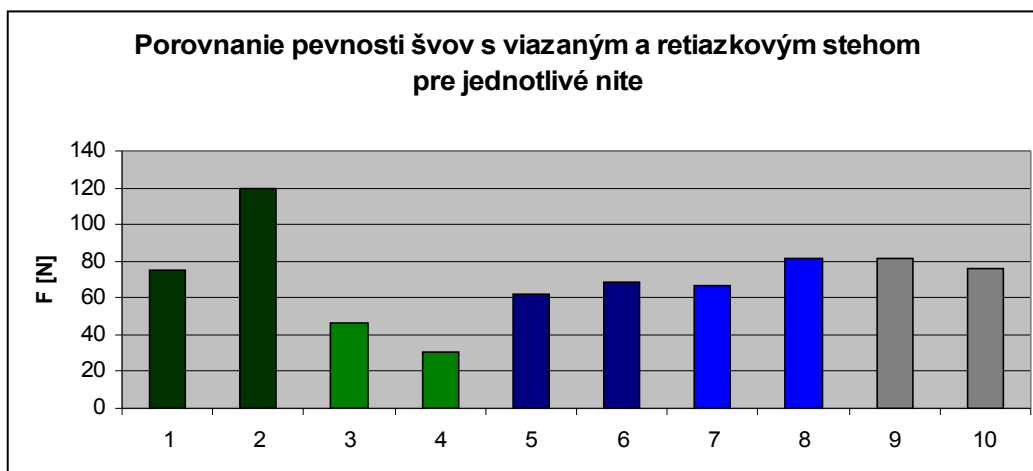
Tab. 9.22 Šev so šedou niťou

	1	2	3	4	5	priemer	s	var [%]
F [N]	65,119	73,302	90,017	77,132	75,74	76,262	8,988	11,785
$\Delta l$ [mm]	33,873	37,004	38,944	37,204	36,275	36,66	1,84	5,01
T [%]	33,873	37,004	38,944	37,204	36,275	36,66	1,84	



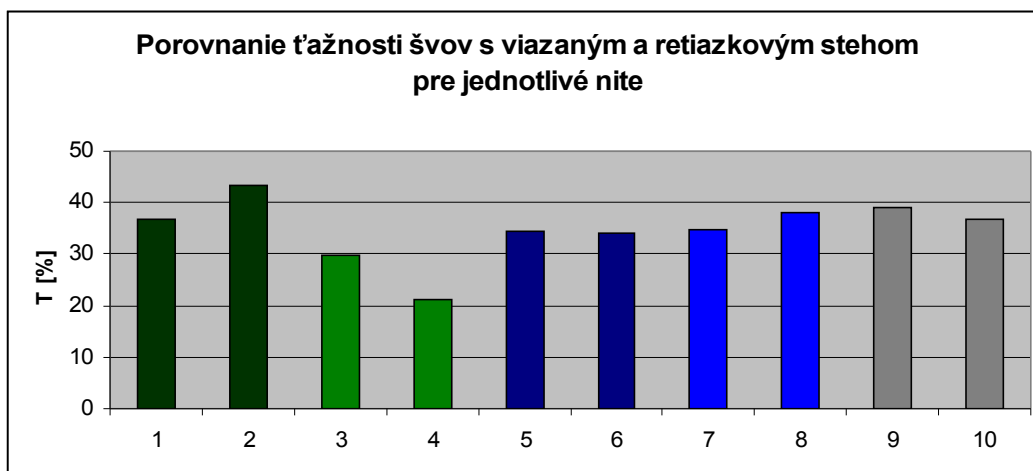
## Grafické znázornenie hodnôt z tabuliek 9.13 až 9.22

Graf 4:



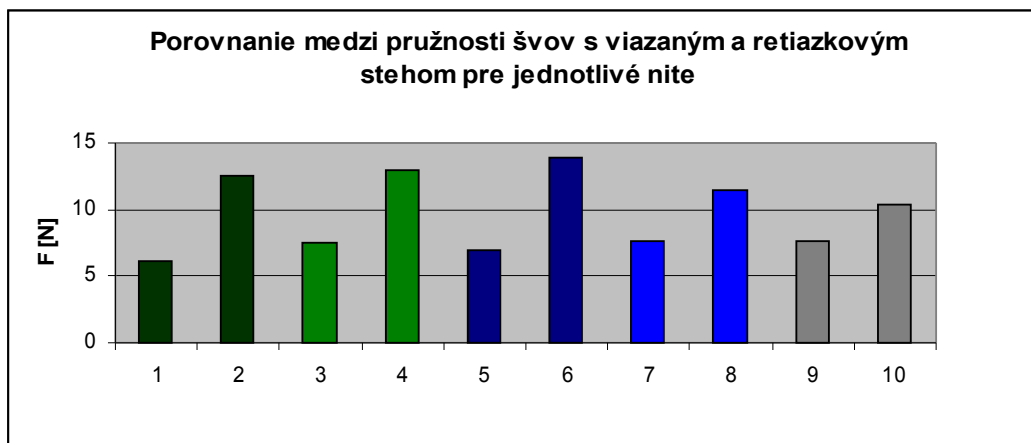
1,3,7,9 – pevnosť švov s viazaným stehom pre jednotlivé nite  
2,4,6,8 – pevnosť švov s retiazkovým stehom pre jednotlivé nite

Graf 5:



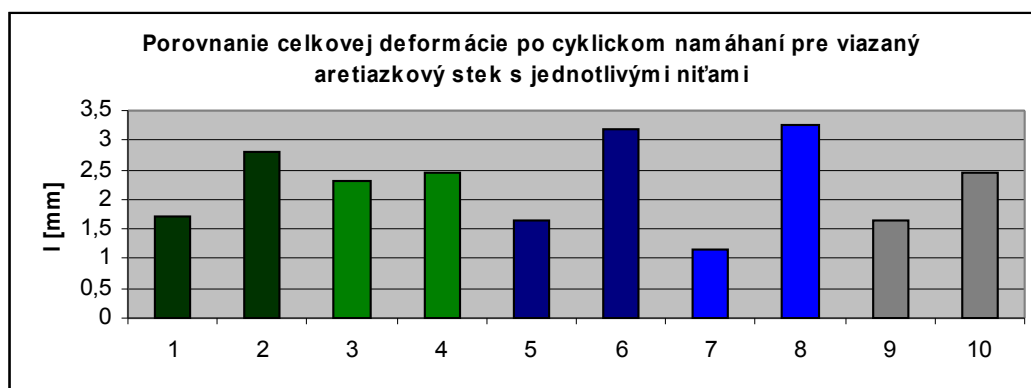
1,3,7,9 – ťažnosť švov s viazaným stehom pre jednotlivé nite  
2,4,6,8 – ťažnosť švov s retiazkovým stehom pre jednotlivé nite

Graf 6:



1,3,7,9 – medzi pružnosťou švov s viazaným stehom pre jednotlivé nite  
 2,4,6,8 – medzi pružnosťou švov s retiazkovým stehom pre jednotlivé nite

Graf 7:



1,3,7,9 – celková deformácia švov s viazaným stehom pre jednotlivé nite  
 2,4,6,8 – celková deformácia švov s retiazkovým stehom pre jednotlivé nite

Grafy 1-7 znázorňujú zjednodušenou formou hodnoty a výsledky získané meraním. Všetky merania boli prevádzané na trhačke. Spôsoby a postupy meraní boli už popísané v predchádzajúcich kapitolách. Mierne odlišným meraním bolo cyklické namáhanie švov, ktoré boli zaťažované silou určujúcou medzi pružnosťou.

Plošné textílie a švy sa namáhajú v spodnom pracovnom priestore a nite sú skúšané v hornom pracovnom priestore. V prípade tohto experimentu bola prevedená výnimka, kde cyklické namáhanie švov bolo vykonané v hornom pracovnom priestore dynamometra.

Výnimka bola potrebná z dôvodu jemnejšieho merania. Spodná časť má väčší rozsah merania a vygenerované grafy s nastavením menších hodnôt síl nezodpovedali realite. O čom nás presvedčujú grafy získané pri meraní v hornej časti meracieho zariadenia. (Grafy vygenerované meraním sú uvedené v prílohe)

## 10 Záver

Modelovanie pružnosti zahŕňa viac aspektov, s ktorými sa bolo potrebné oboznámiť, aby sme mohli prevádzať konečný experiment.

Ako už bolo spomínané, vo vlastnostiach šitých spojov sú zahrnuté vlastnosti nití, šitého materiálu, voľba správneho druhu stehu a švu, správnej ihly a šijacieho stroja. Preto prvým krokom k meraniu bolo zhrnutie teoretických poznatkov k jednotlivým prvkom švu a vlastnostiam, najmä mechanických týkajúcich sa pevnosti, ťažnosti a pružnosti. Neoddeliteľnou súčasťou prípravy experimentu je zistenie správneho spôsobu meraní, ktorý je pre každý materiál a vlastnosť uvedený v normách ČSN EN ISO.

Po príprave vzoriek nití, samostatnej pleteniny a švov s viazaným a retiazkovým stehom je možné pristúpiť ku konkrétnym meraniam.

Prvým meraním je zisťovanie pevnosti nití na dynamometri v hornom pracovnom priestore prístroja. K experimentu bolo pripravených päť druhov nití a z každej desať vzoriek. Pevnosť a predĺženie každej vzorky sa zaznamenávalo na dynamometri s programom LabTest. Zároveň so záznamom číselných hodnôt bol vykreslený priebeh meraní grafom (viz. príloha). V zjednodušenej podobe stĺpcového grafu sú hodnoty pevnosti a dopočítanej ťažnosti zobrazené na str. 46 a 47. medzi týmito grafmi je aj graf porovnávajúci medz pružnosti pre jednotlivé nite. Táto hodnota bola odčítaná z grafov vygenerovaných na dynamometri a to pomocou priamky, ktorá určila lineárny priebeh krivky. V mieste, kde krivka nadobúda nelineárny priebeh, teda sa odkloní od dotyčnice, je práve medz pružnosti.

Ďalšie meranie bolo venované zisťovaniu pevnosti, ťažnosti a medzi pružnosti pleteniny, teda šitého materiálu. Priemerné hodnoty pevnosti a ťažnosti sú uvedené v tab. 9.12. Tak isto aj toto meranie sa prevádzalo na dynamometri, ale na rozdiel od nití, v spodnom pracovnom priestore. Pre zadanie parametrov v programe LabTest, bolo nutné pred ťahovým namáhaním zistiť, akú má pletenina plošnú hmotnosť a podľa normy nastaviť definíciu merania. Vzorky pleteniny boli vystrihnuté v špecifickom tvare. Grafické záznamy priebehu merania sú doložené v prílohe. Pre získanie hodnoty medze pružnosti bola použitá rovnaká metóda pomocou dotyčnice, ako u nití.

Nasledujúce meranie bolo zamerané na pevnosť šitých spojov. Švy boli aplikované na pletenine a s piatimi druhmi nití. Stehy používané u pletenín sú spravidla retiazkové s rôznym počtom nití. Pre vzorky v tomto meraní bol zvolený steh viazaný a dvojnitý retiazkový. Viazaný steh je pre pleteniny síce nevhodný, ale v experimente bol použitý práve pre porovnanie so stehom retiazkovým. Tak, ako ostatné vzorky aj tieto boli pripravené podľa noriem a meranie prebiehalo opäť na dynamometri. Z vygenerovaných hodnôt bola zistená pevnosť a dopočítaná ťažnosť týchto švov. Z grafov, zaznamenaných v priebehu meraní, pomocou dotyčnice ku krivke bola získaná hodnota medze pružnosti.

Po stanovení medzí pružnosti švov s danými stehmi a jednotlivými niťami, nasleduje cyklické namáhanie švov, kde je práve sila určujúca hranicu prechodu k plastickej deformácii potrebná pre nastavenie definície merania. Cyklickým namáhaním sa potvrdilo, že pomocou dotyčnice na vykreslenom grafe pri meraní pevnosti bola hranica elastických deformácií stanovená správne. Pri cyklickom namáhaní s vyššou hodnotou sily, graf zaznamenávajúci priebeh meraní stráca linearitu a získava zakrivenie v dôsledku vznikajúcich trvalých deformácií (Grafy sú uvedené v prílohe).

Ale aj napriek tomu, že určitá sila vymedzuje hranicu prechodu z elastických deformácií k plastickým, táto sila spôsobí určitú deformáciu. Táto je však minimálna a po dlhšej časovej relaxácii sa materiál vráti do pôvodného stavu. Táto deformácia bola zisťovaná na dynamometri nasledujúcim spôsobom: po cyklickom namáhaní vzorka nebola odobraná z upínacích čelustí, ale v definícii merania sa zmenila

hodnota sily na veľmi malú hodnotu, približne hodnotu predpätia. Touto malou silou sa vzorka s deformáciou z nulovej pozície čeľustí ťažovala, až bolo zaznamenané predĺženie, ktoré vzorka získala v dôsledku cyklického namáhania (Grafy v prílohách). Po odinštalovaní vzorky z trhačky sa toto predĺženie nedá zmerať, lebo pletenina sa po úplnom uvoľnení začína vracat' do pôvodného stavu.

Pre hodnotenie pružnosti švov by bola možno vhodnejšia metóda s presnejším a jemnejším meraním. Túto požiadavku by mohla splniť metóda pomocou emisie napätových vĺn.

## Literatúra

- [1] Zouharová, J.: Výroba oděvů, 2. díl, skripta TU Liberec, 2004
- [2] Sodomka, L.: Struktura, vlastnosti, diagnostika a nové technologie oddělování, spojování a pojení textilií, skripta TU Liberec, 2002
- [3] Kovačič, V.: Kapitoly z textilního zkušebnictví, skripta TU Liberec, 2004
- [4] Růžicková, D.: Oděvní materiály, skripta TU Liberec, 2003
- [5] Kovář, R.: Pletení, skripta TU Liberec, 2001
- [6] Dostálová, M., Křivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby, skripta TU Liberec, 2001
- [7] Hloch, S., Sodomka, L., Valíček, J., Radvanská, A.: Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií, Vydavatelstvo Michala Vaška, Prešov 2006
- [8] Bodovjaková, A.: Analýza tahových sil v nitích při tvorbě stehu 301 a 401, diplomová práce TU Liberec, 1995
- [9] ČSN EN ISO 2062 (80 0700): Nitě na návinech – Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.
- [10] ČSN (80 0810): Zisťovanie tržnej sily a ťažnosti pletenín.
- [11] ČSN EN ISO 13934 (80 0812): Tahové vlastnosti plošných textilií  
Zjišťování maximální síly tažnosti při maximální síle
- [12] ČSN EN ISO 13935: Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekční výrobků.  
Zjišťování maximální síly do přetrhu švu.
- [13] ČSN EN 12127 (80 0849): Textile - Plošné textílie - zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků
- [14] ČSN 80 0869: Pleteniny – Metoda stanovení počtu řádků a sloupků

## **Príloha č. 1**

### **Vzorky materiálov použitých pri experimente**

**Nit' tmavo-modrá – UNIPOLY**

**Nit' svetlo-modrá – BIEZE STORK**

**Nit' tmavo-zelená – AMANN**

**Nit' svetlo-zelená – AMANN**

**Nit' šedá - BIEZE STORK**

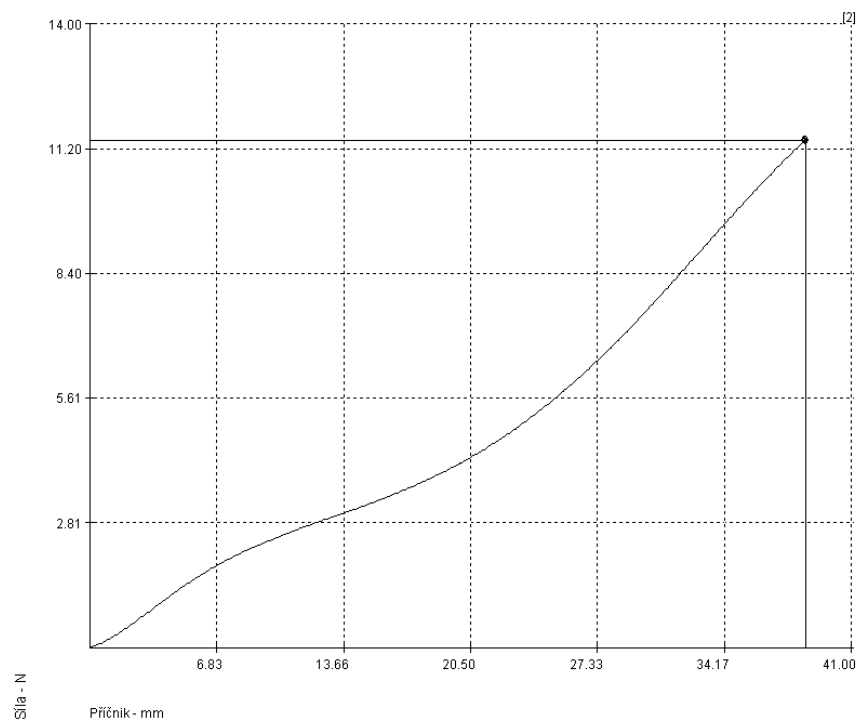
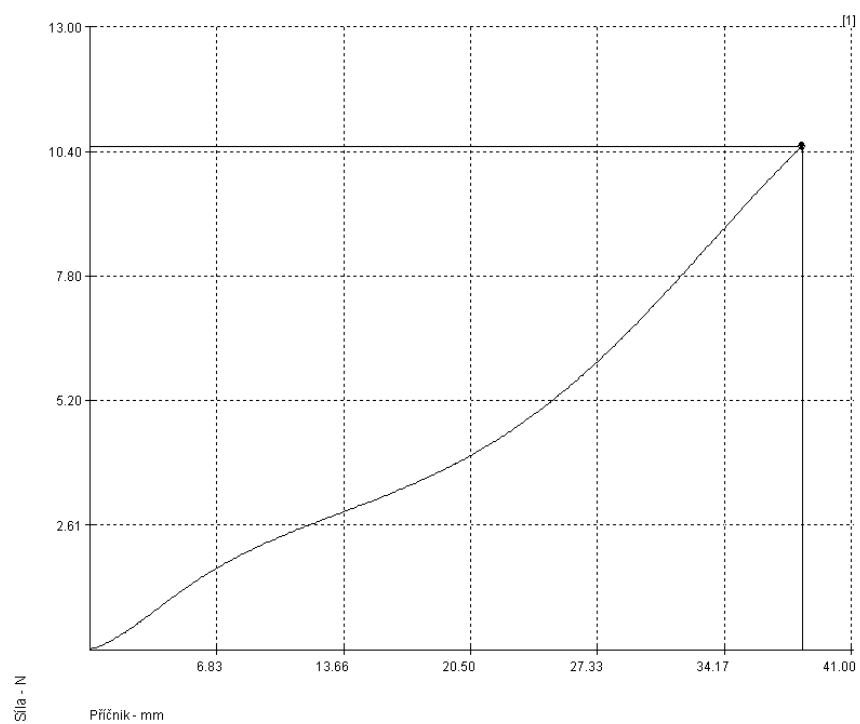
**Pletenina**

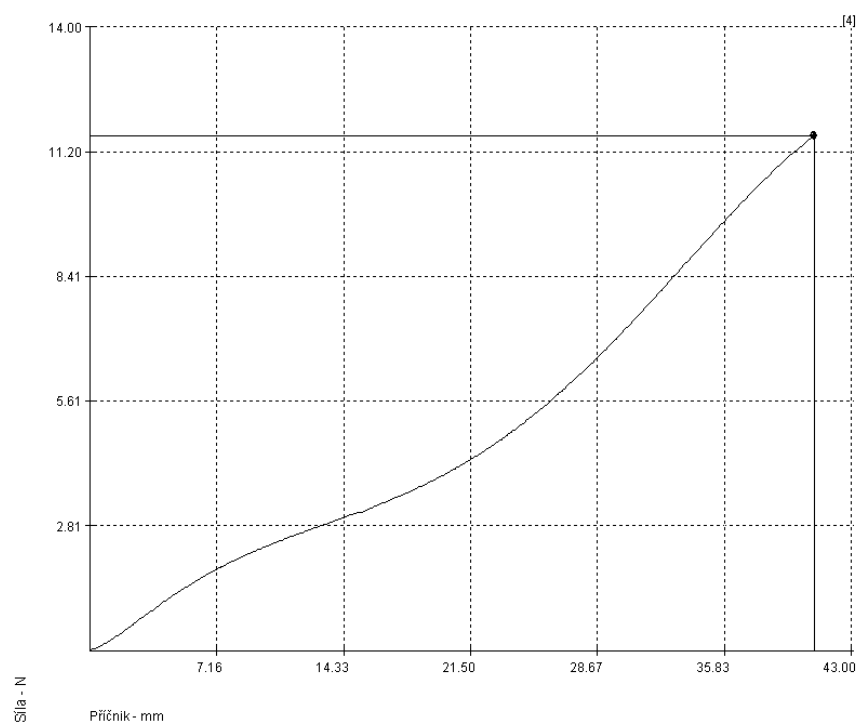
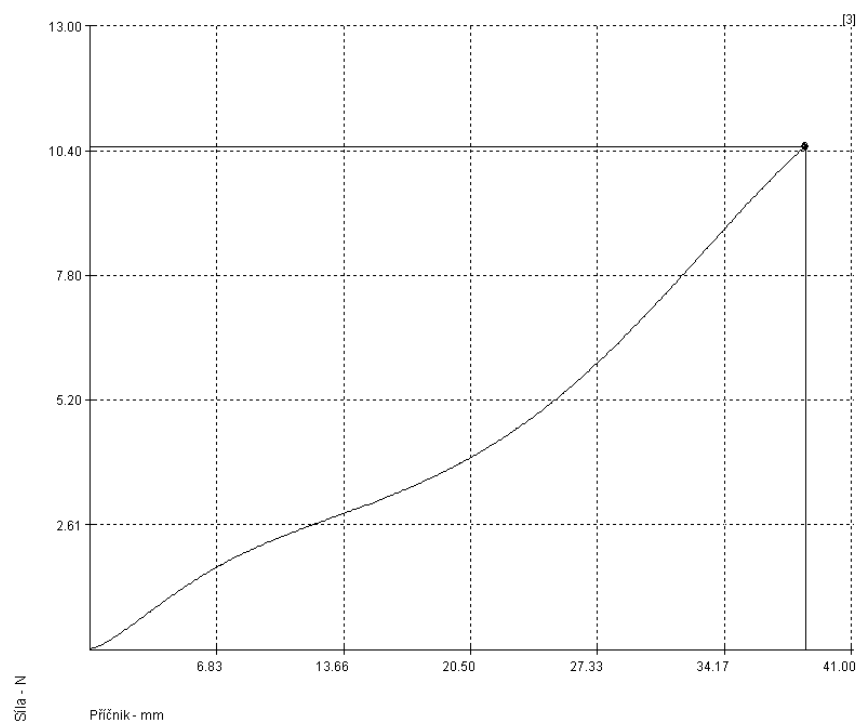
## **Príloha č. 2**

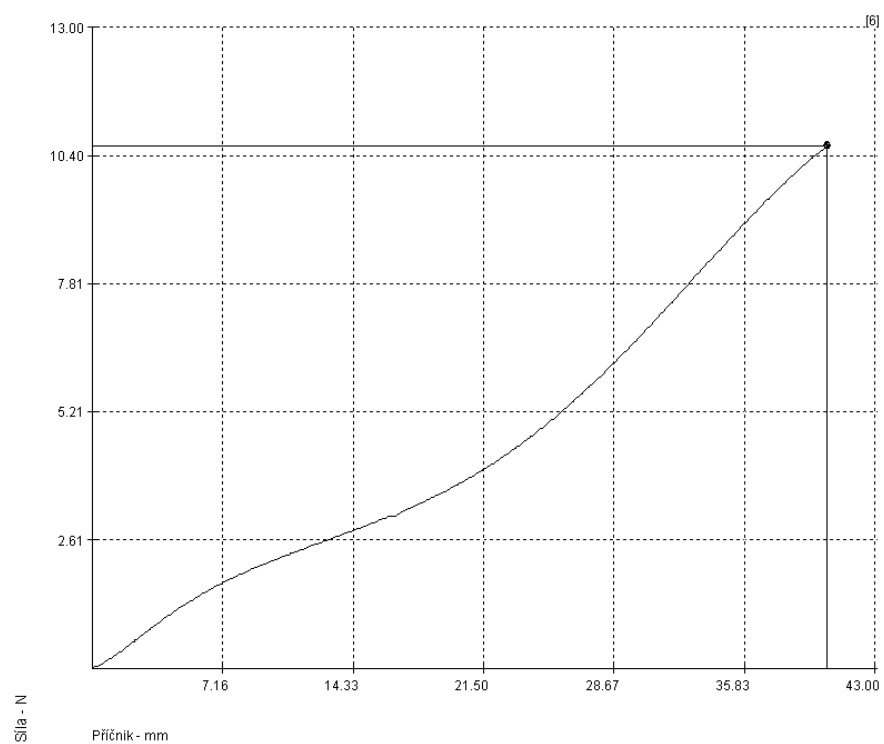
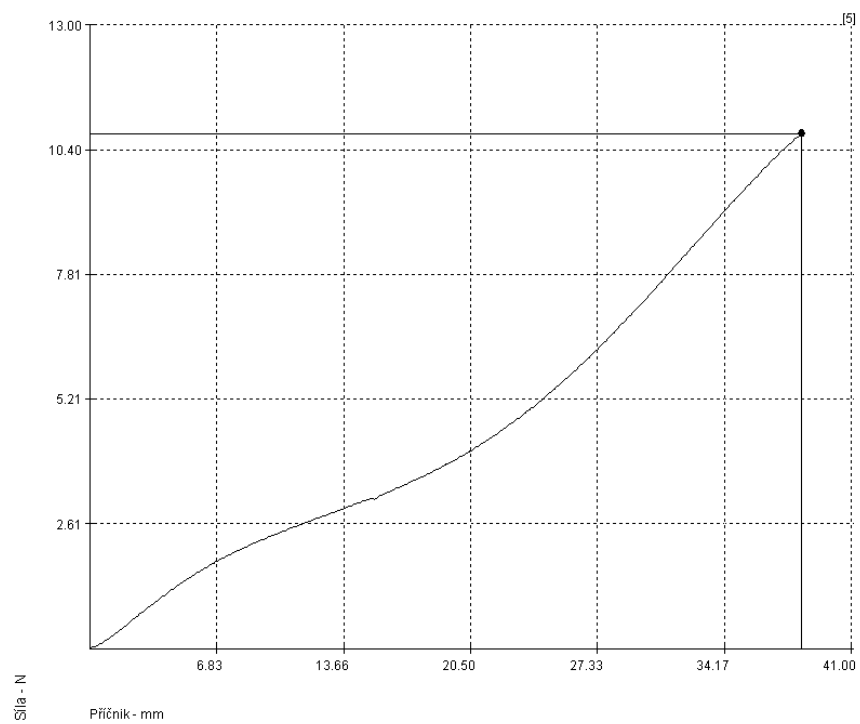
**Grafy vygenerované pri meraní pevnosti nití na  
dynamometri LabTest**

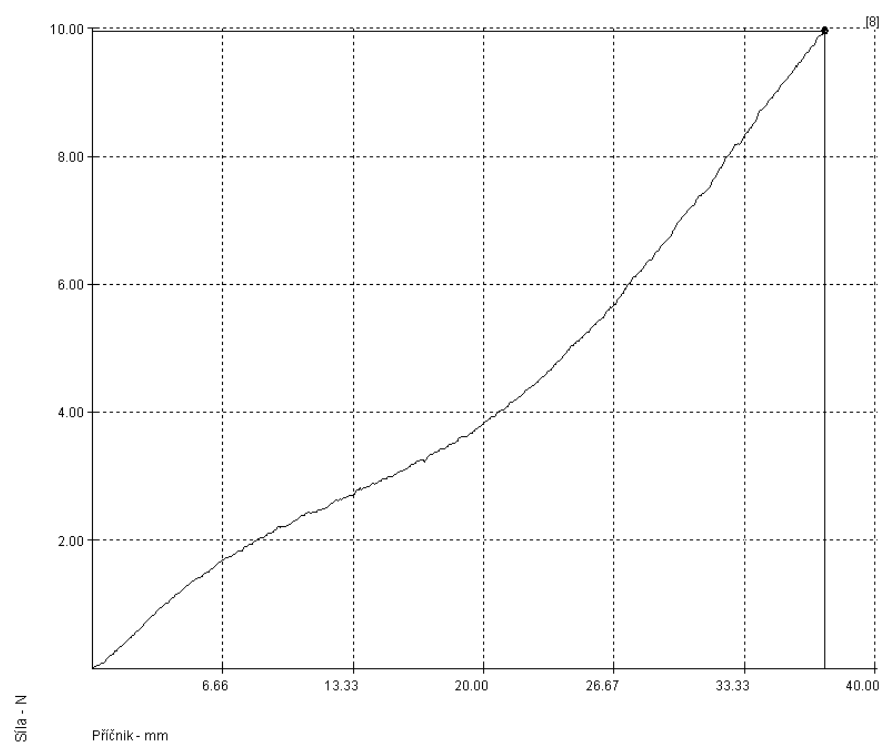
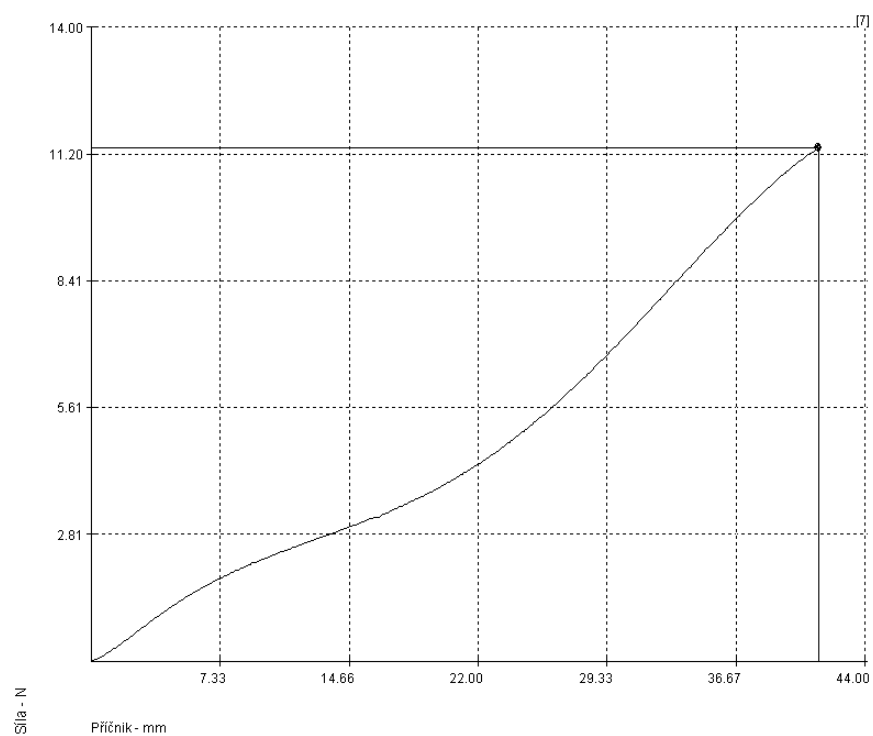


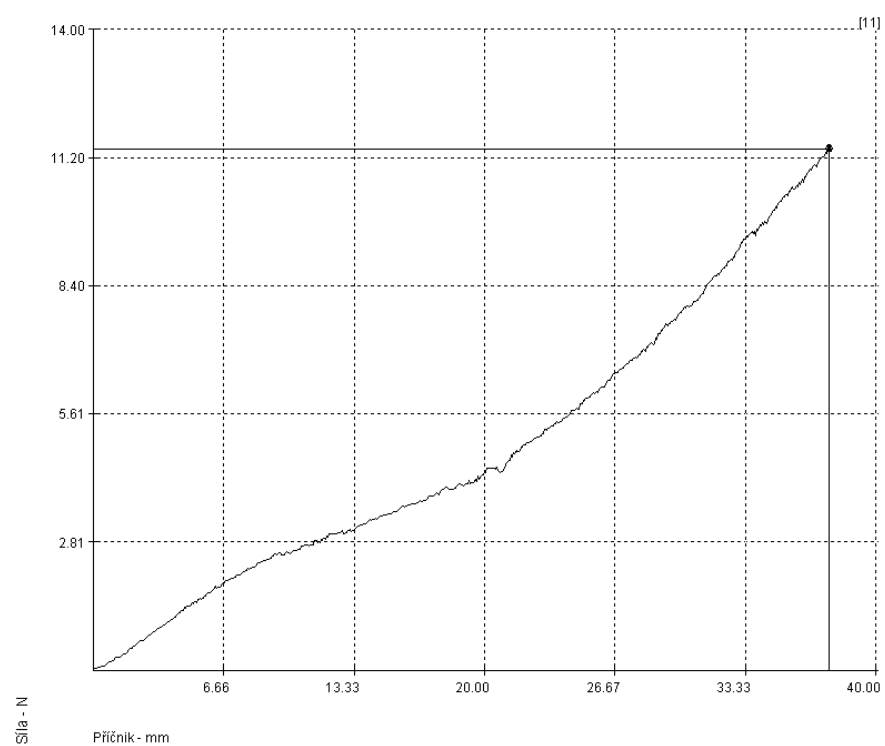
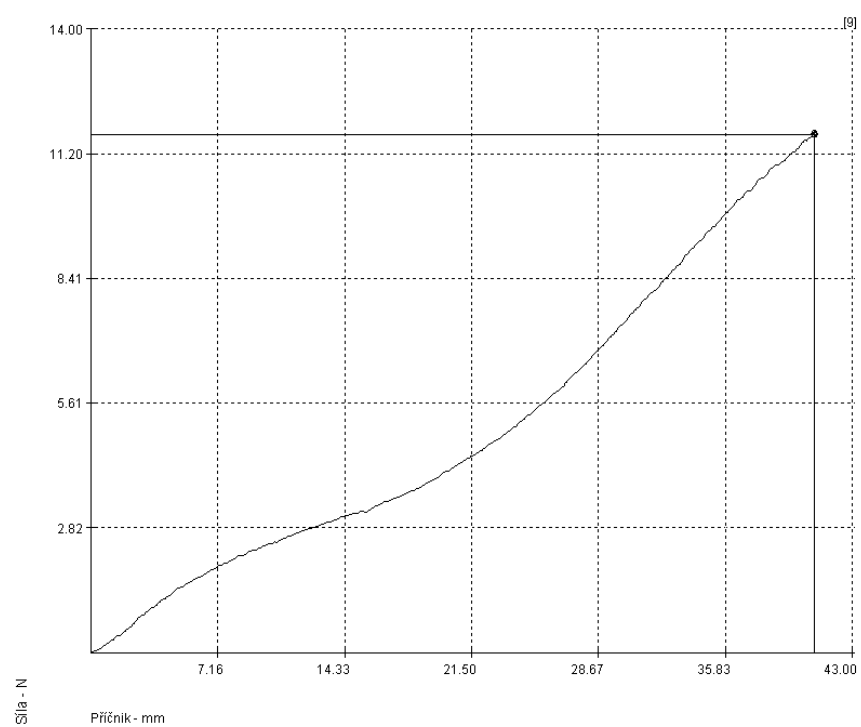
**Grafy pre nit' tmavo-modrej farby - UNIPOLY**



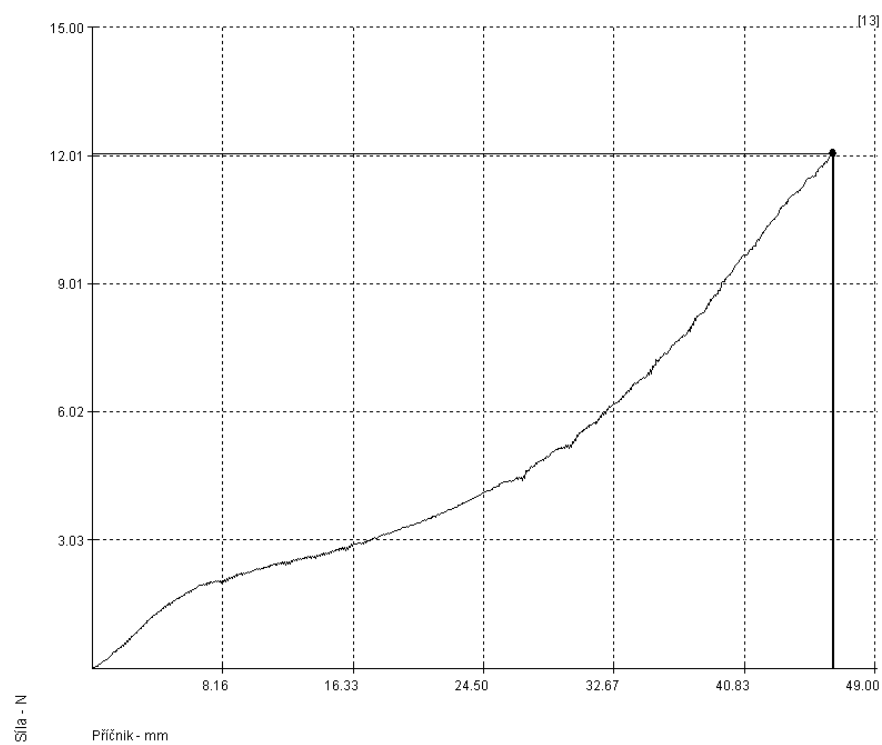
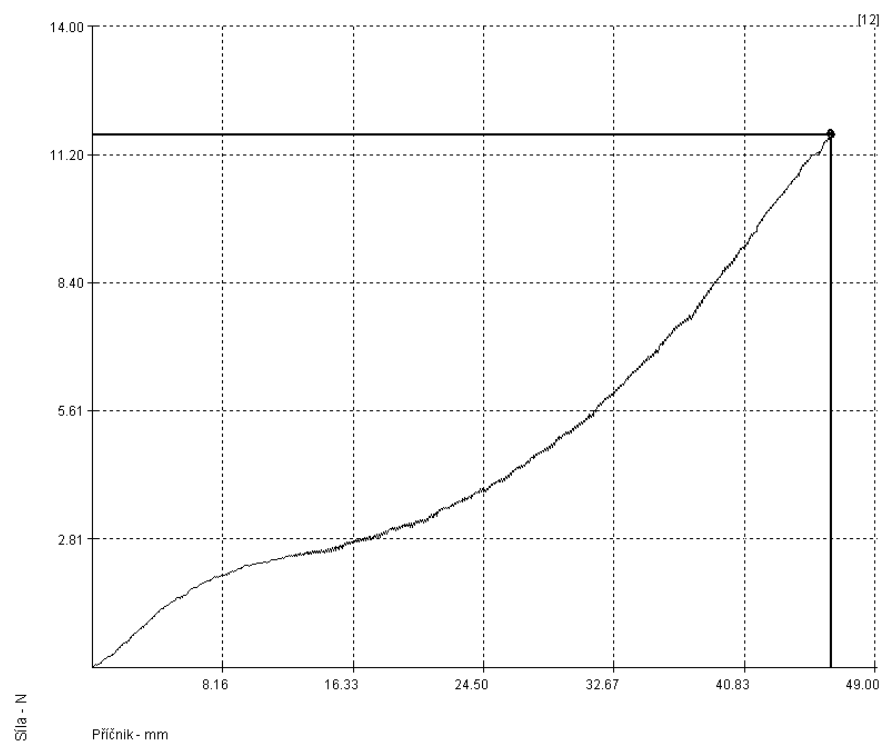




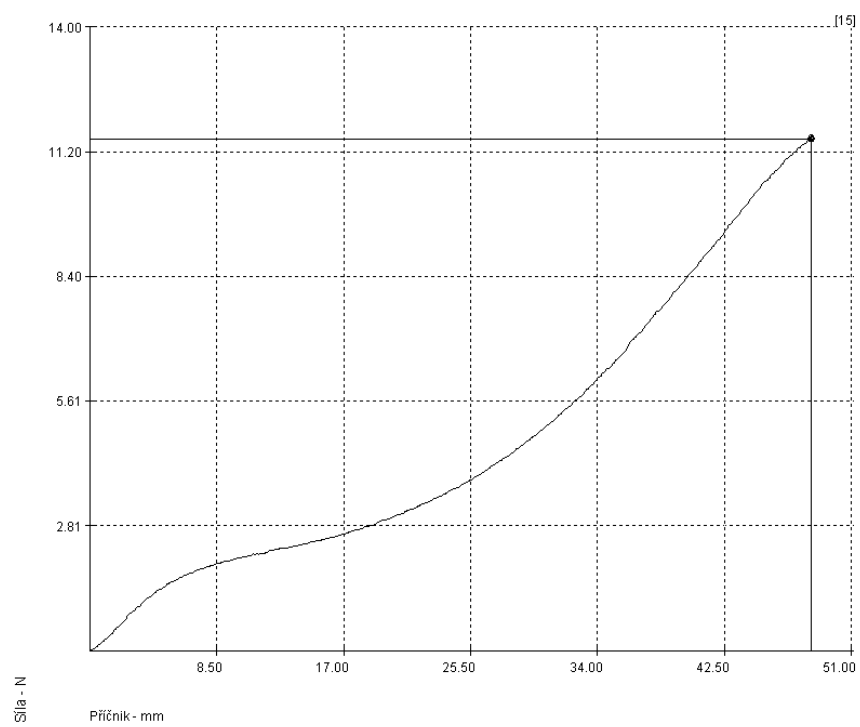
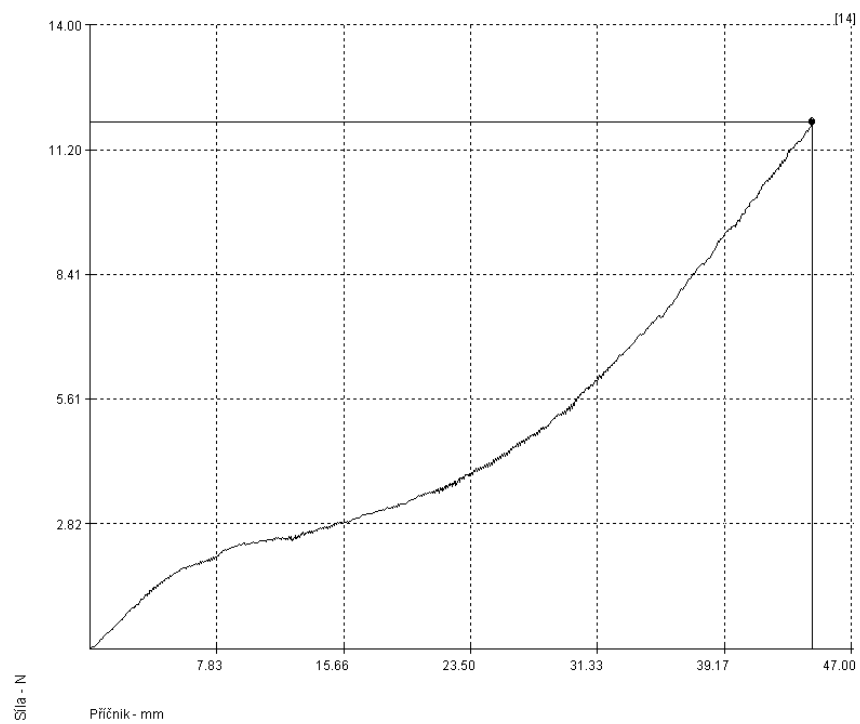


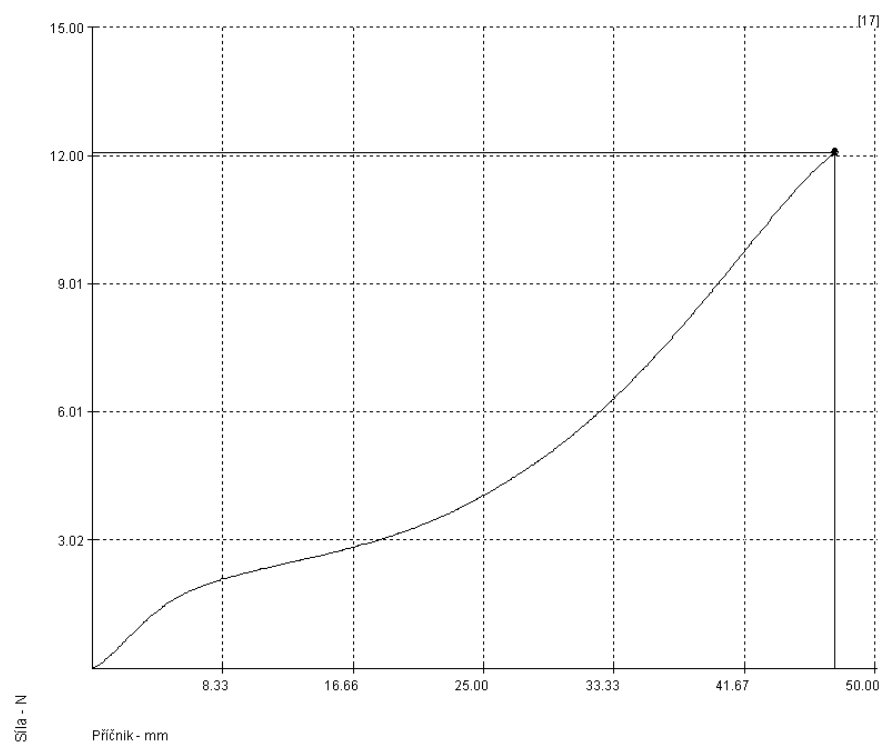
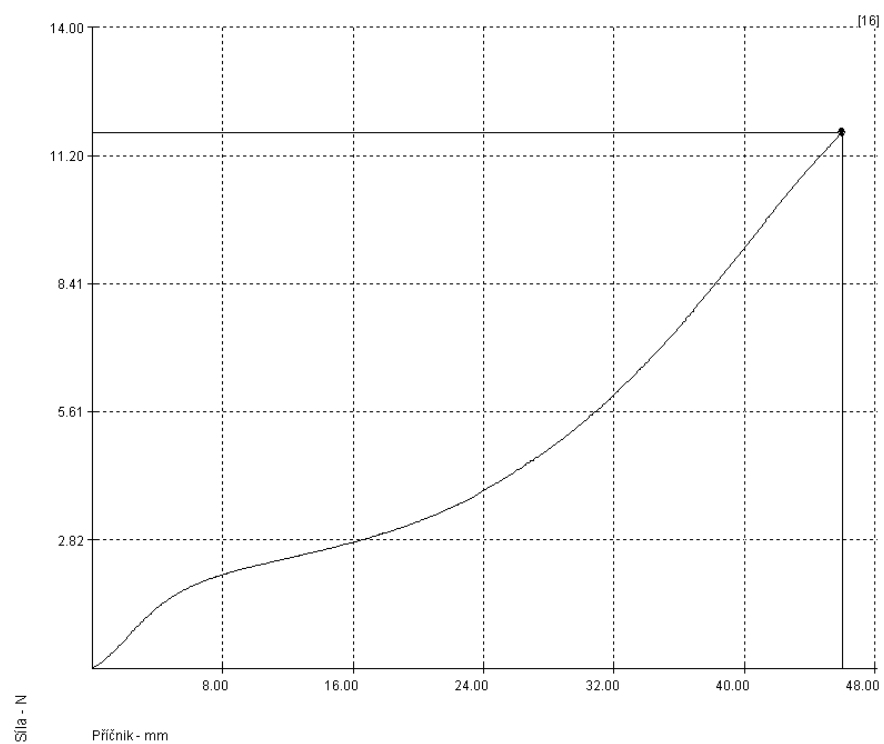


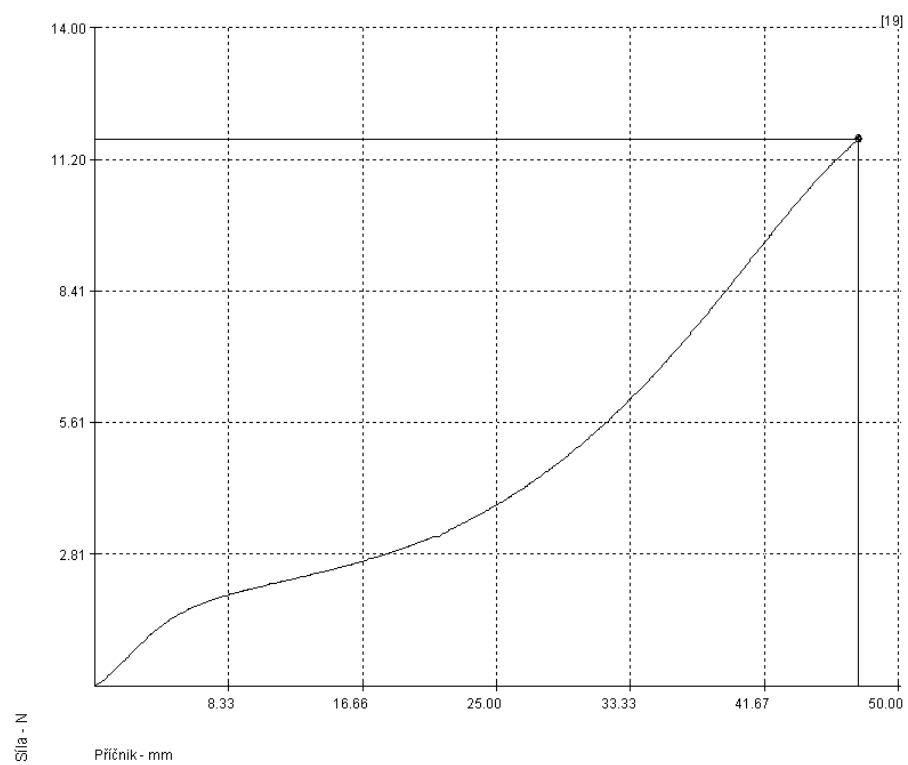
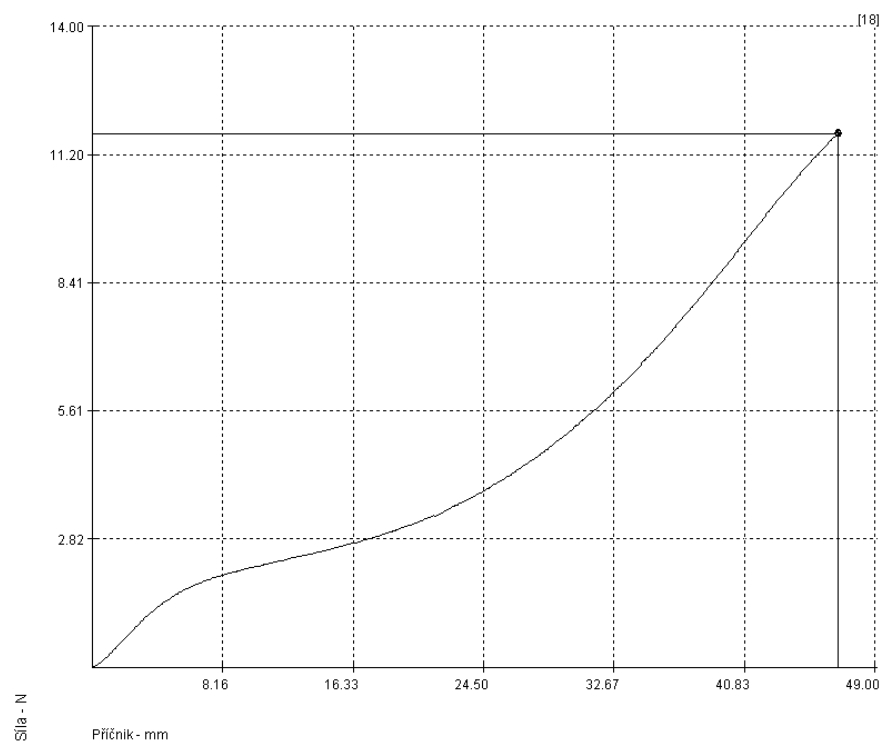
**Grafy pre nit' svetlo-modrej farby - BIEZE STORK**

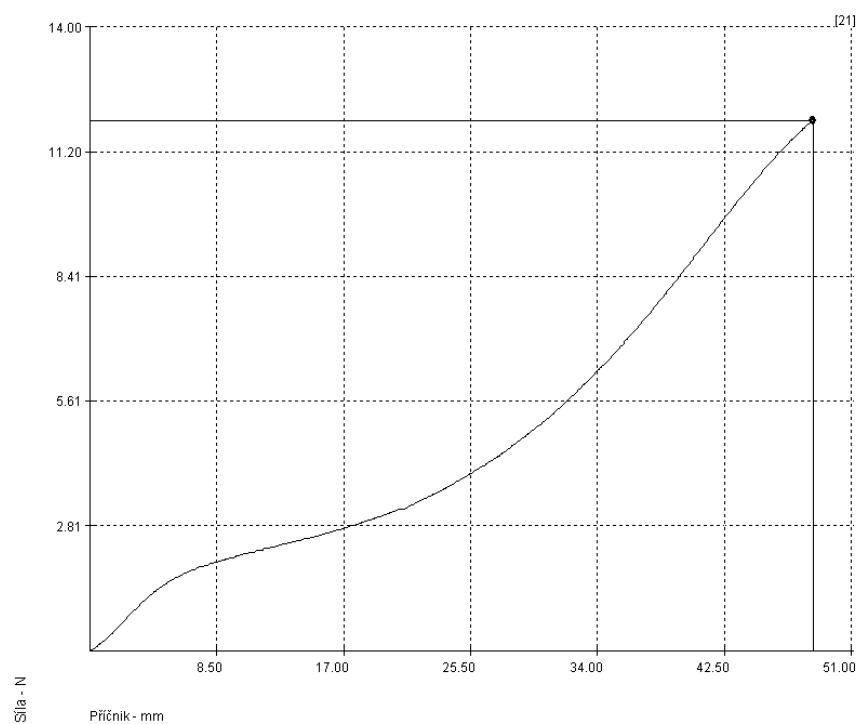
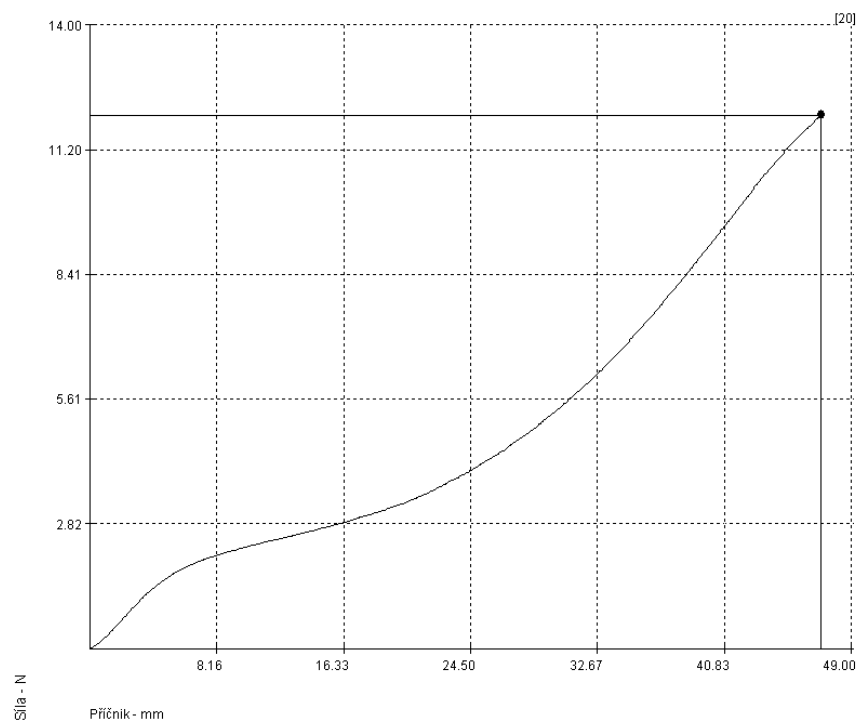




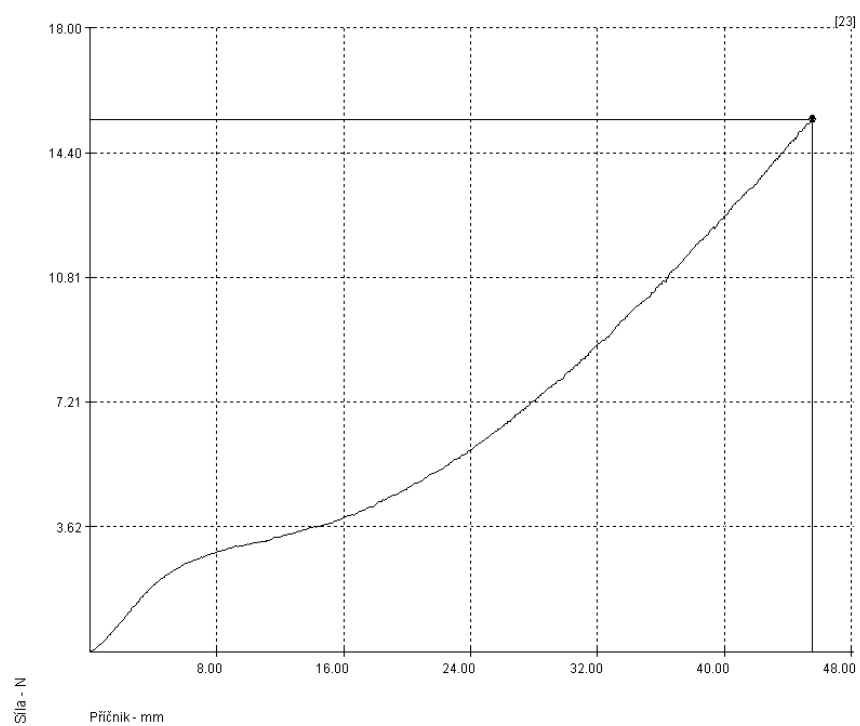
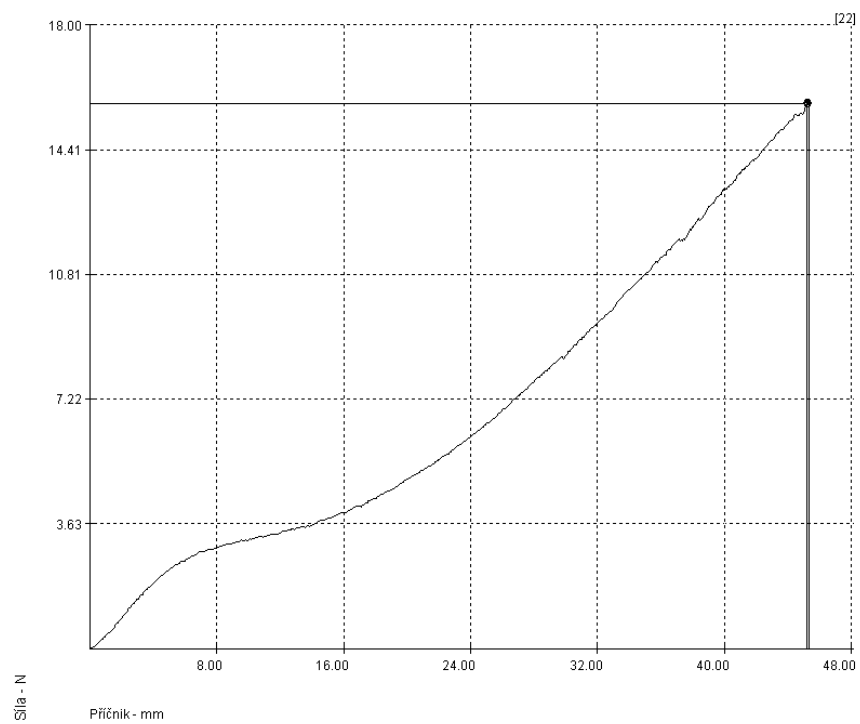


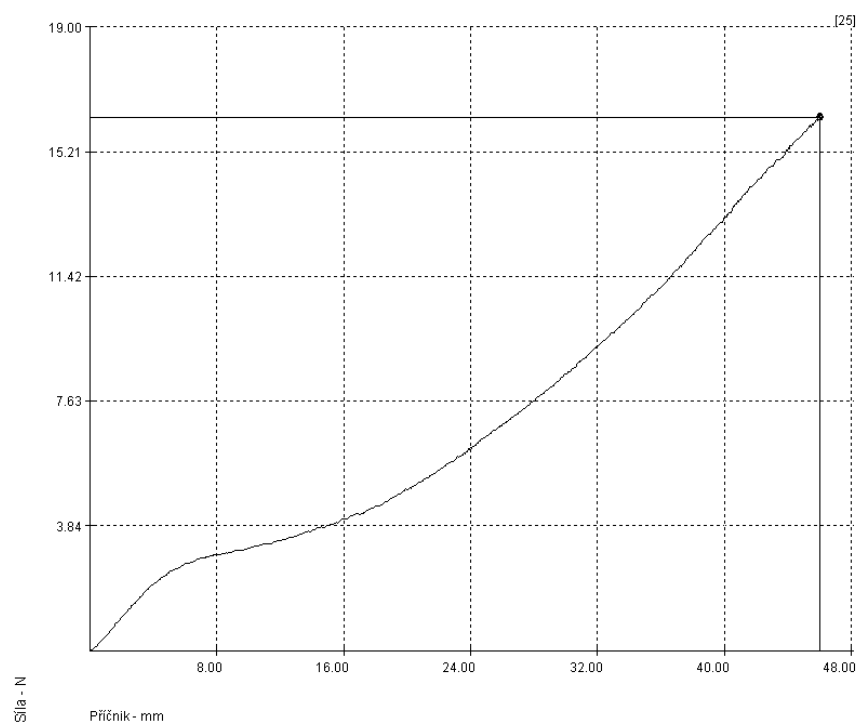
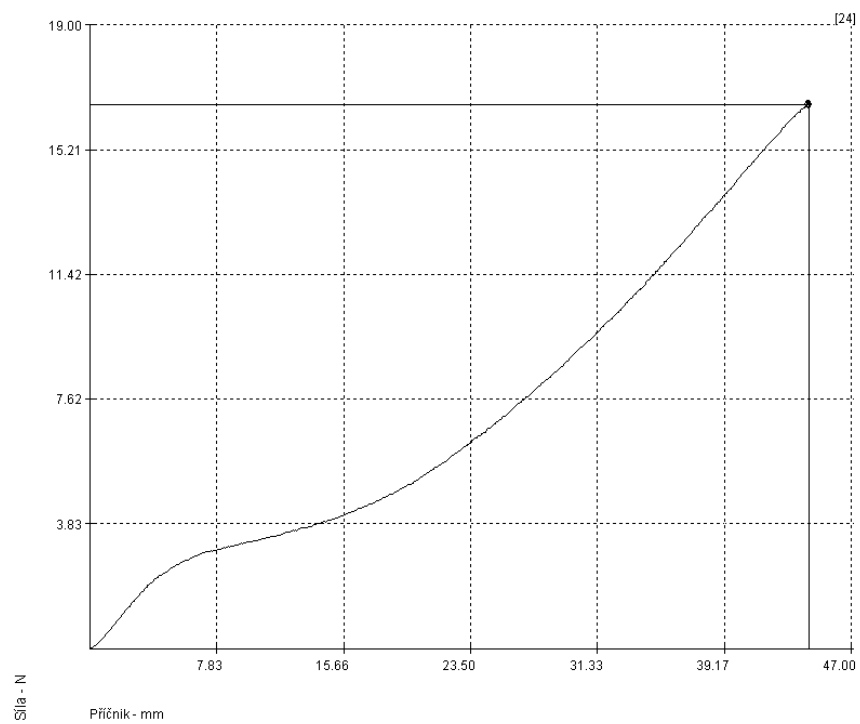


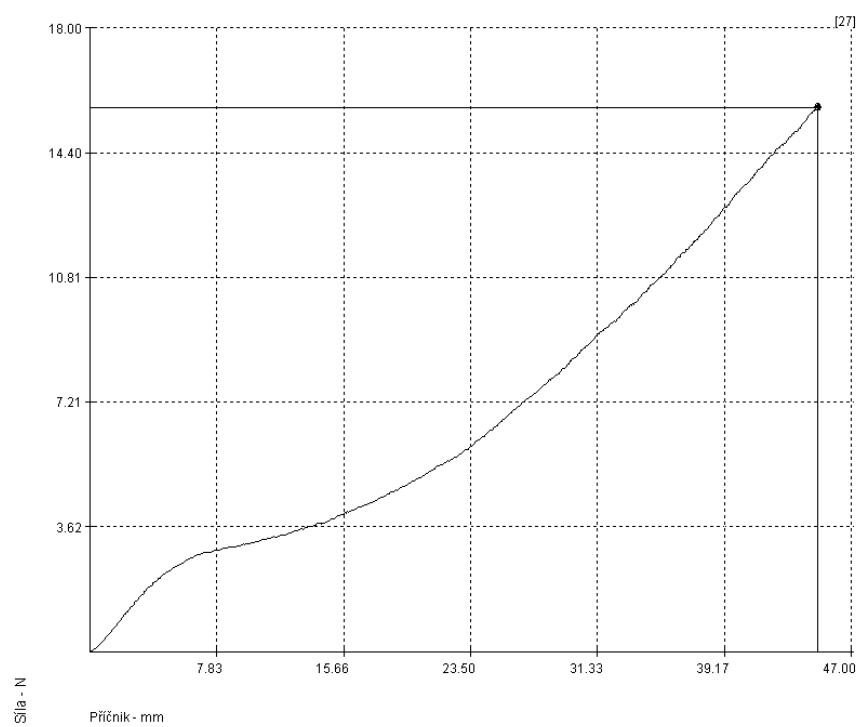
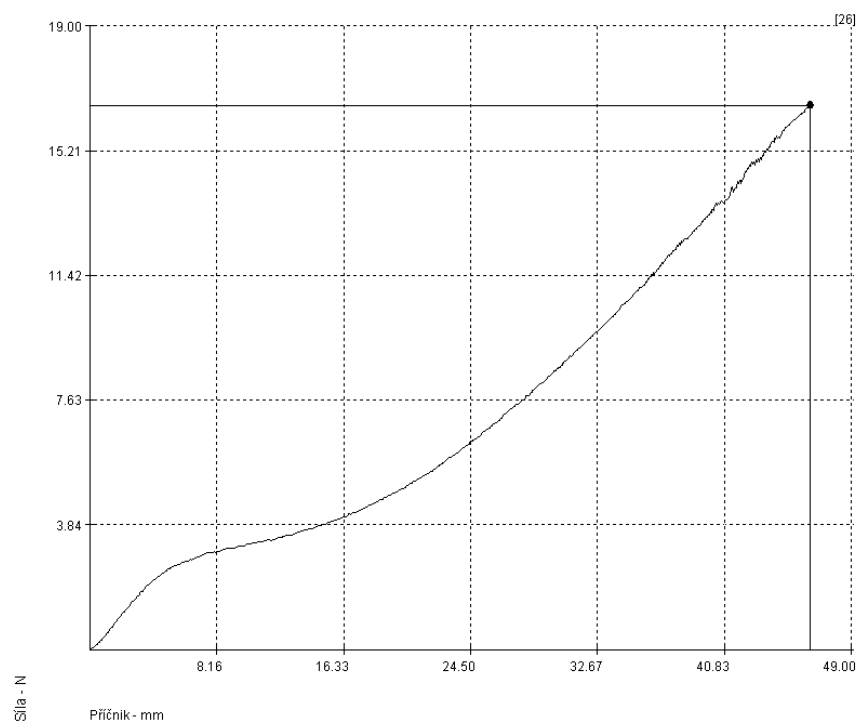




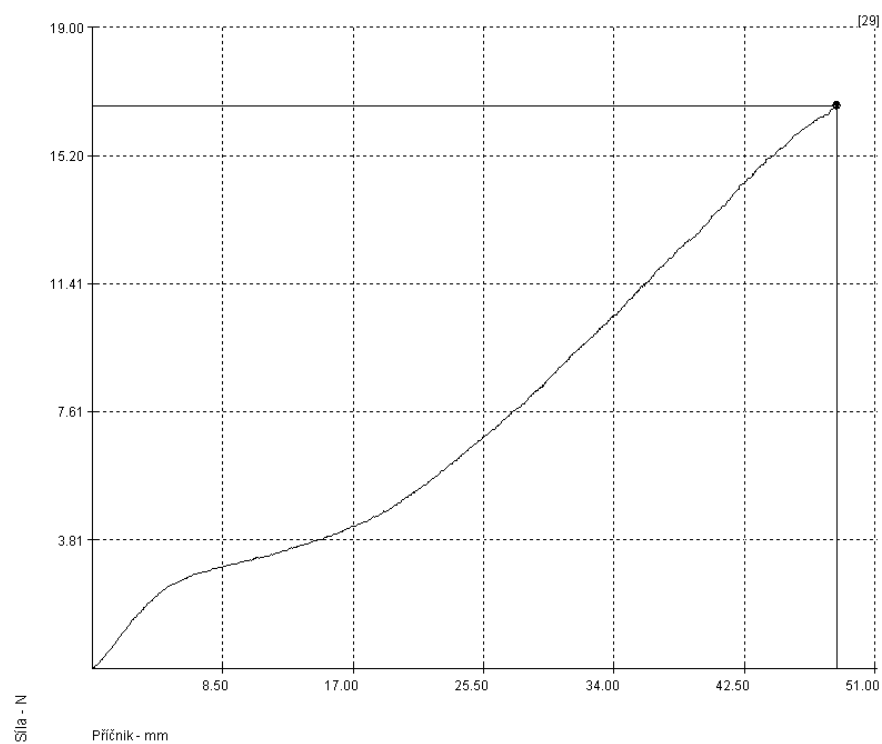
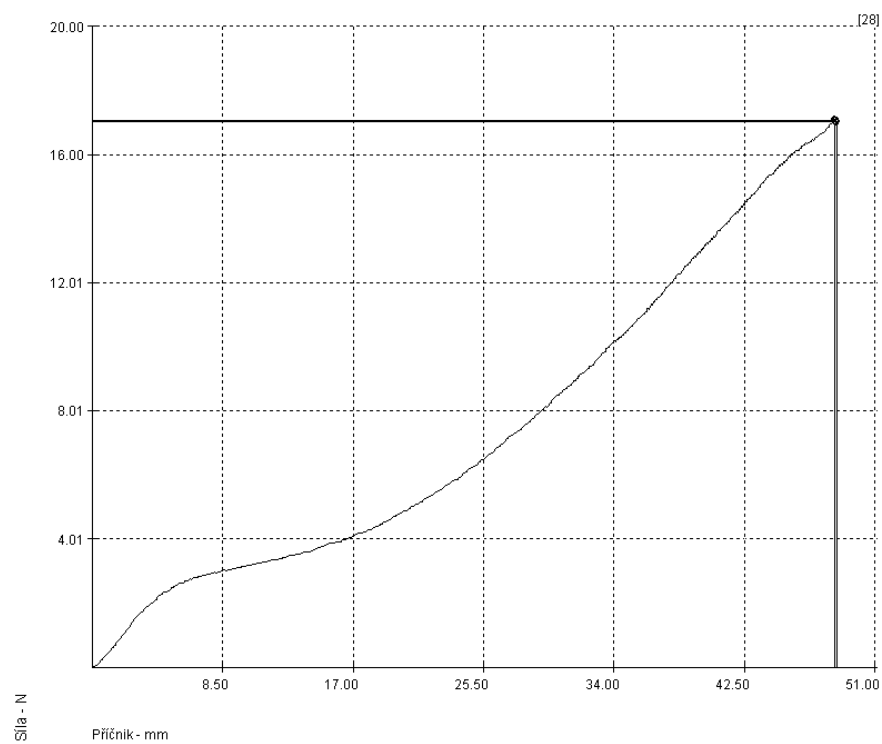
**Grafy pre nit' tmavo-zelenej farby - AMANN**

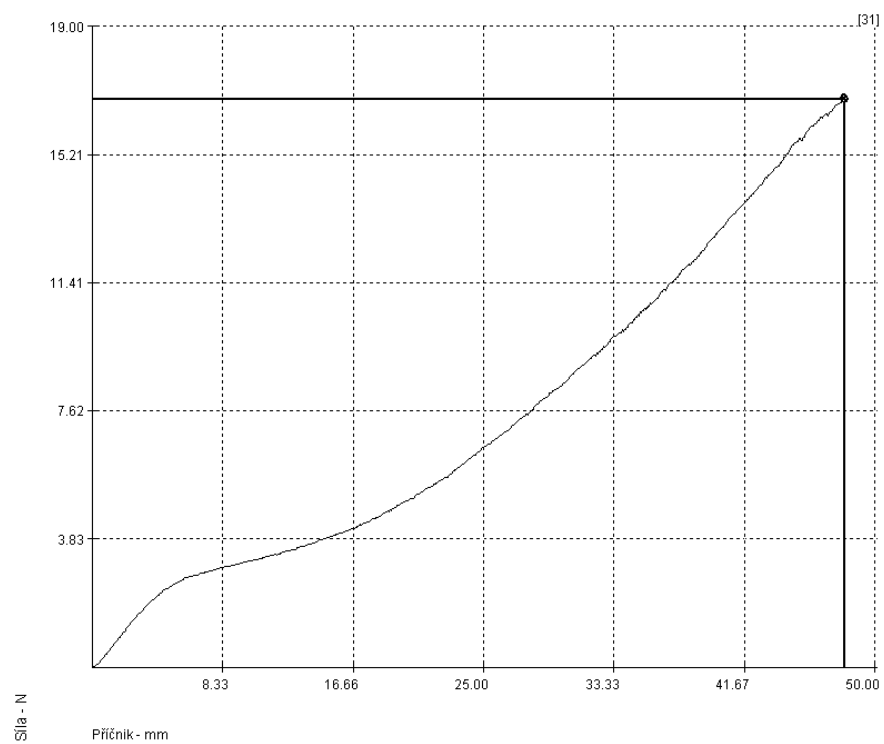
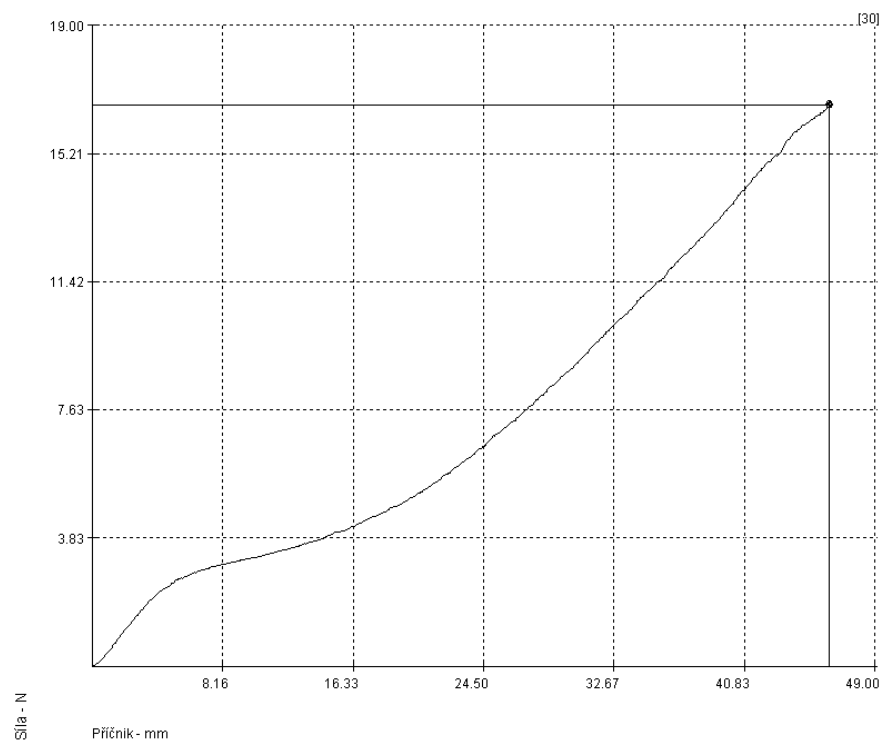




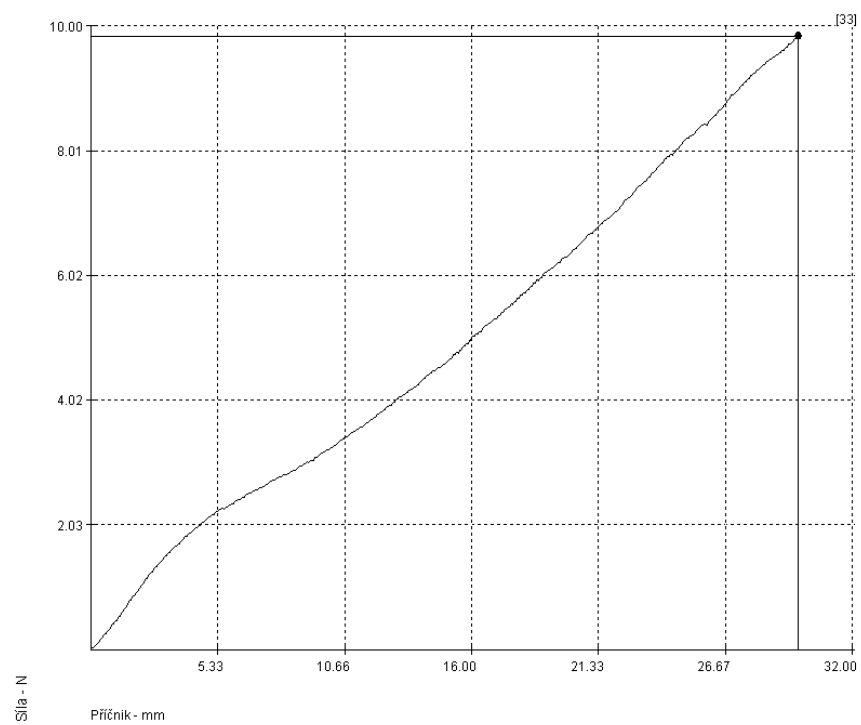
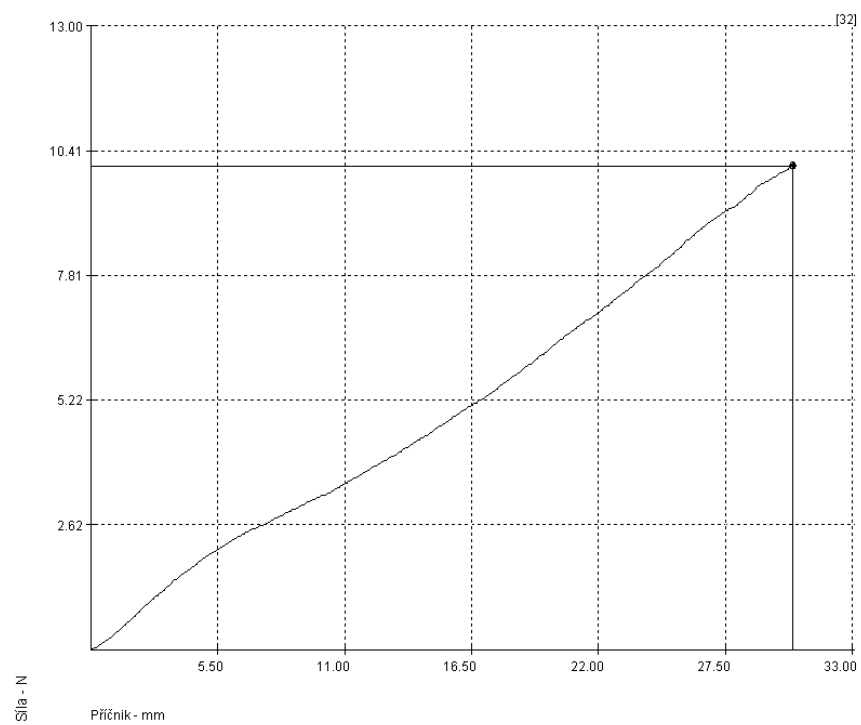


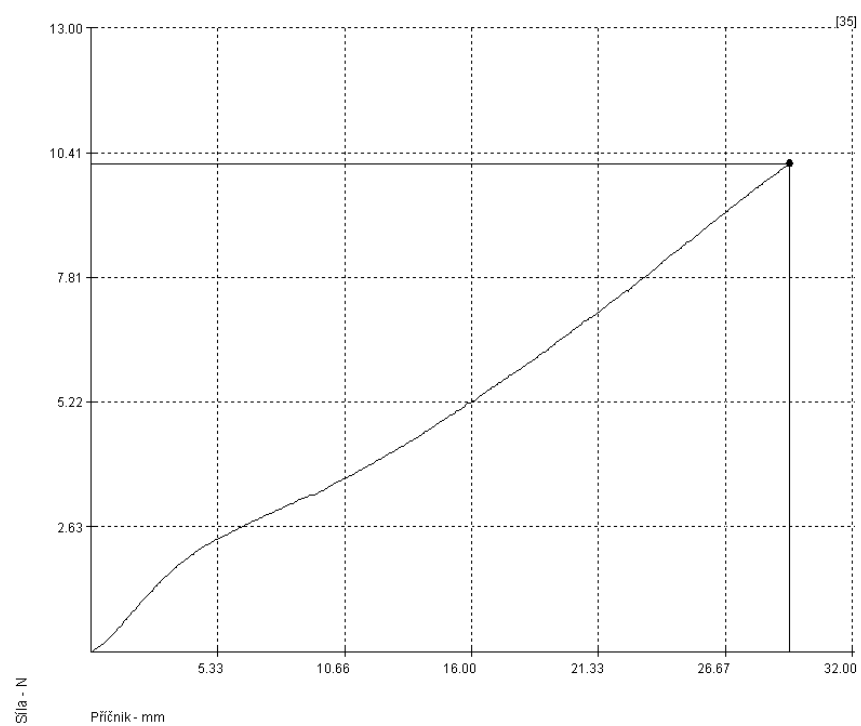
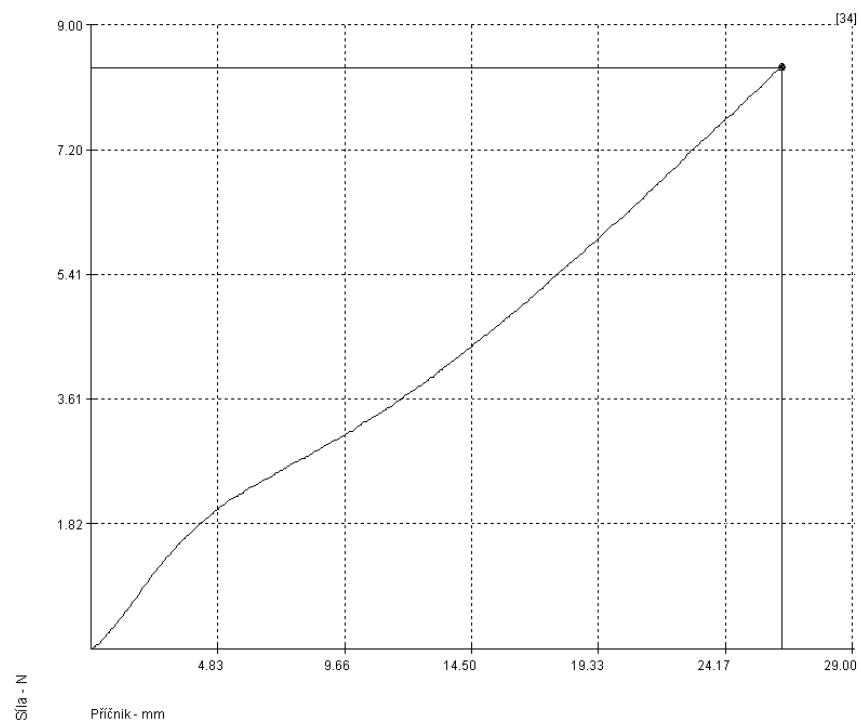


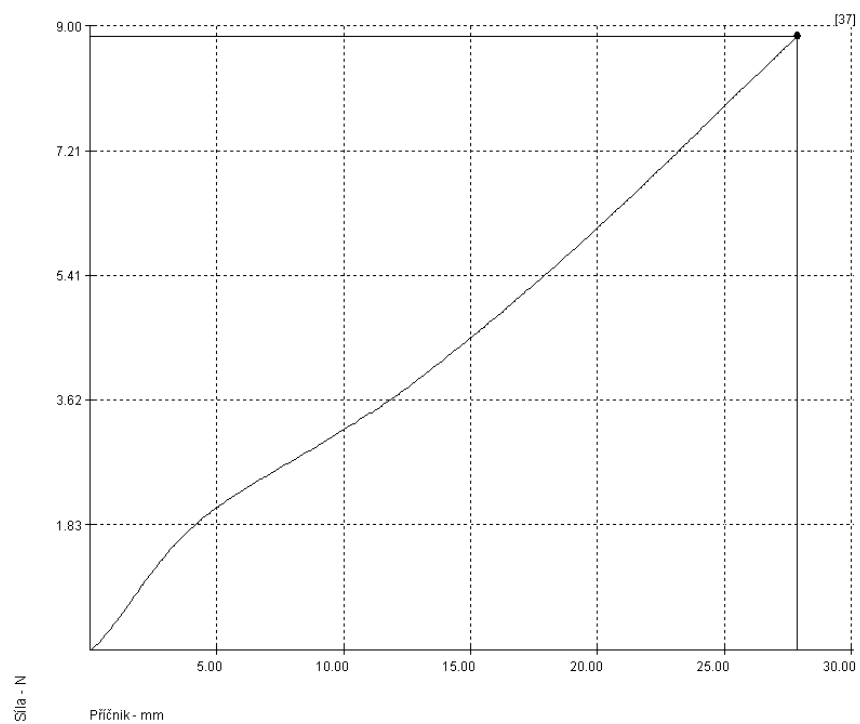
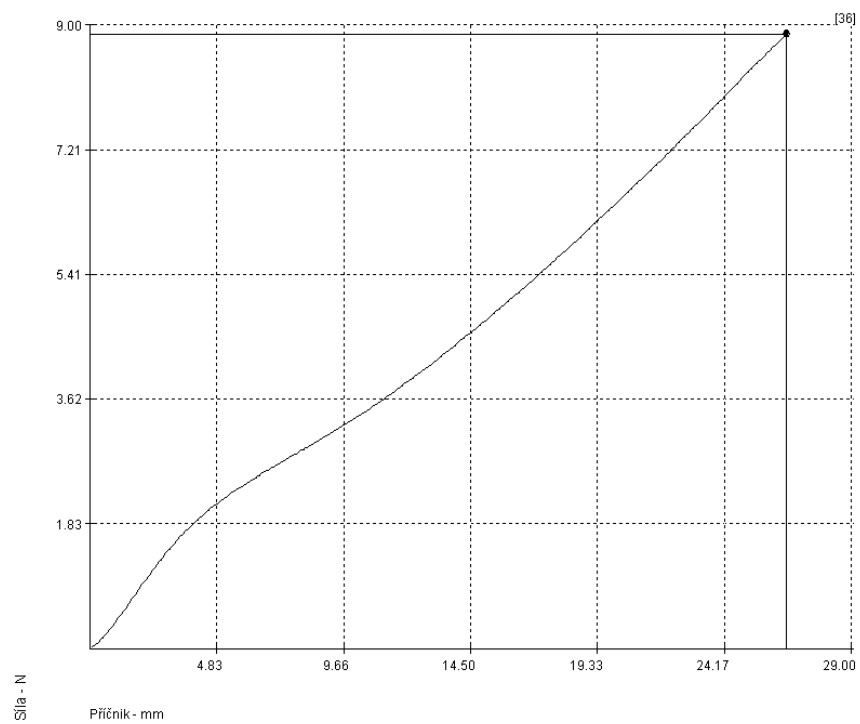


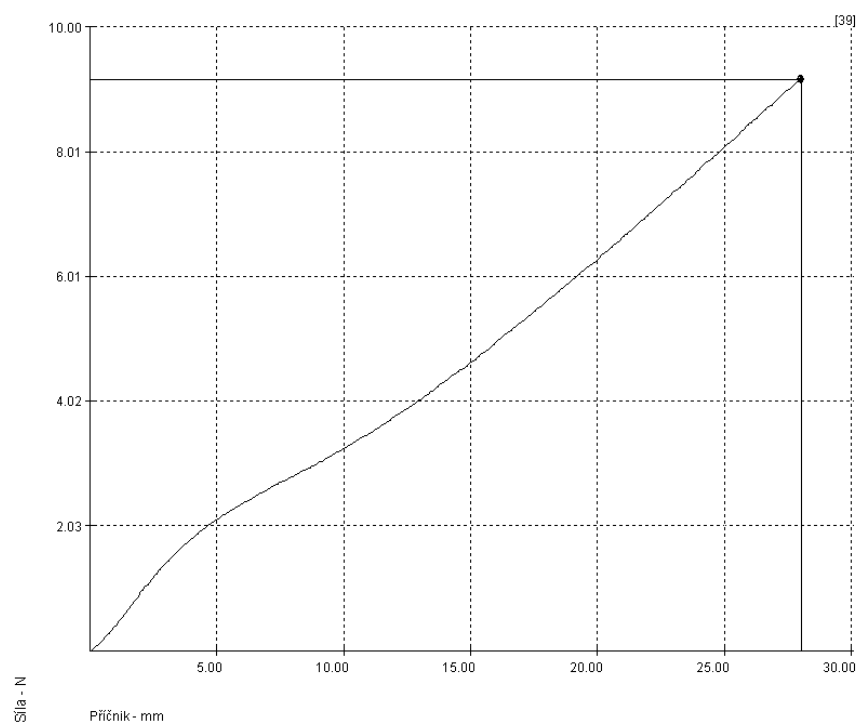
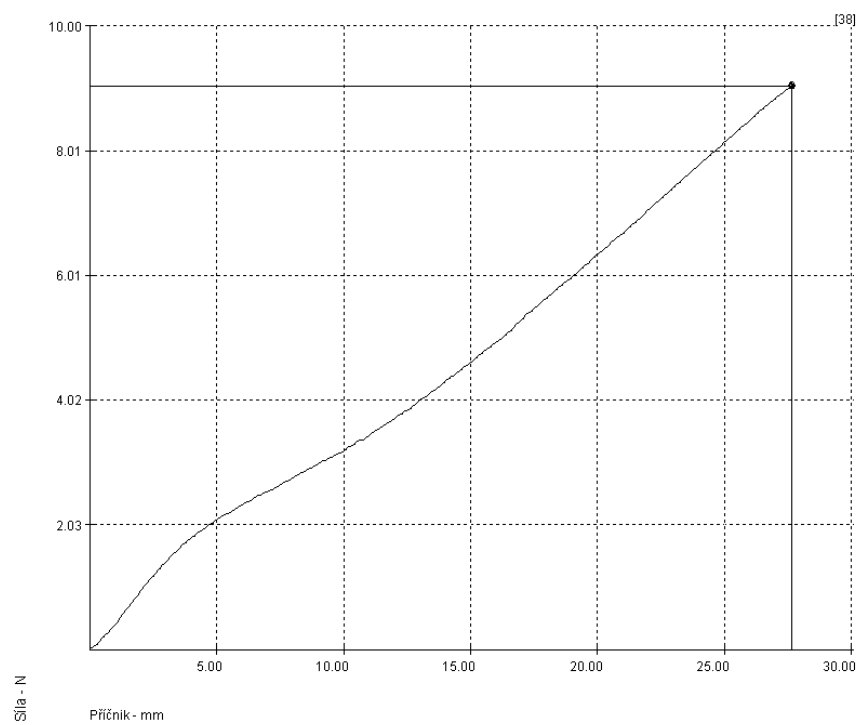


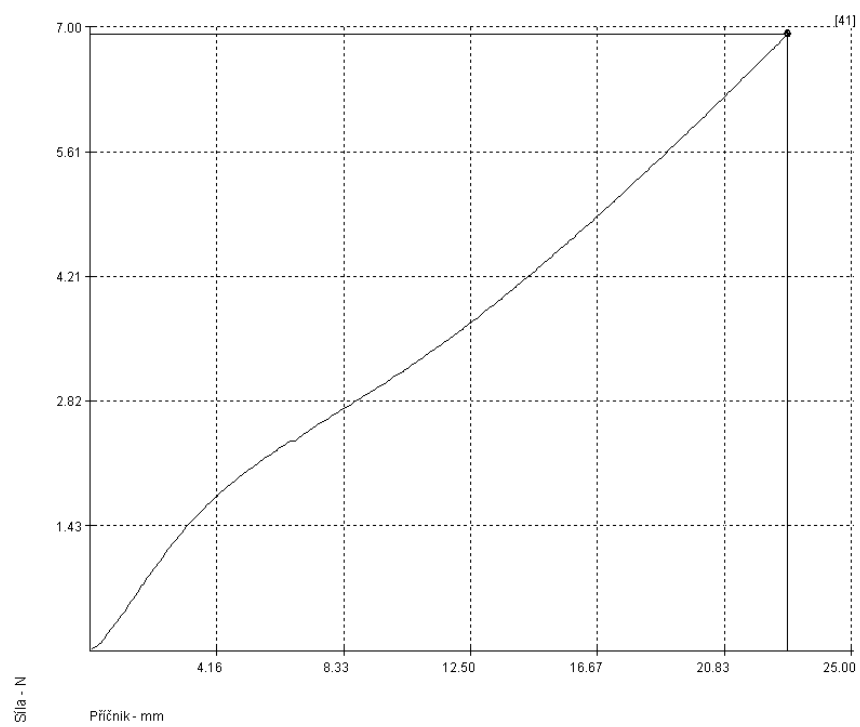
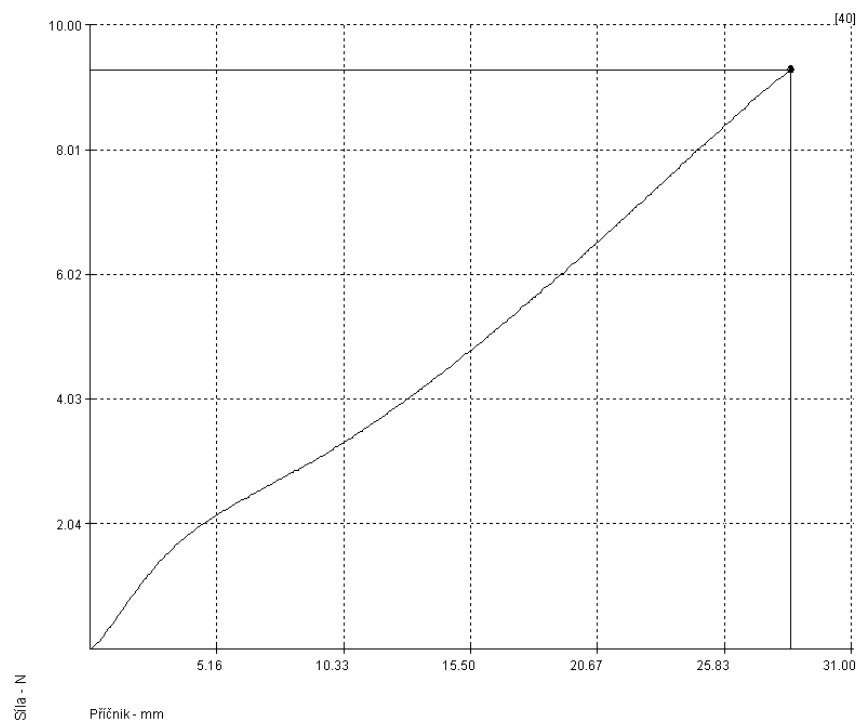
**Grafy pre nit' svetlo-zelenej farby - AMANN**





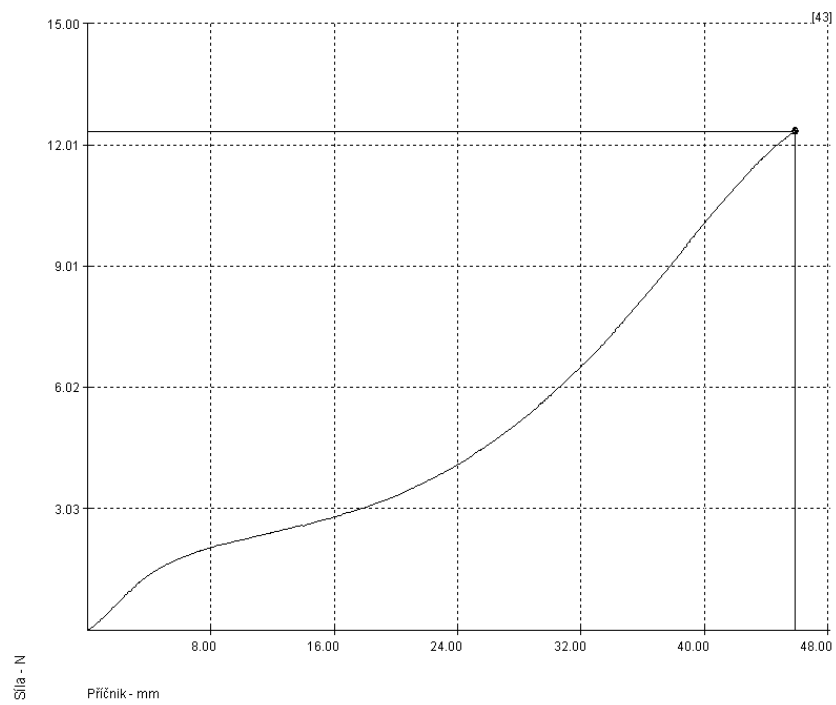
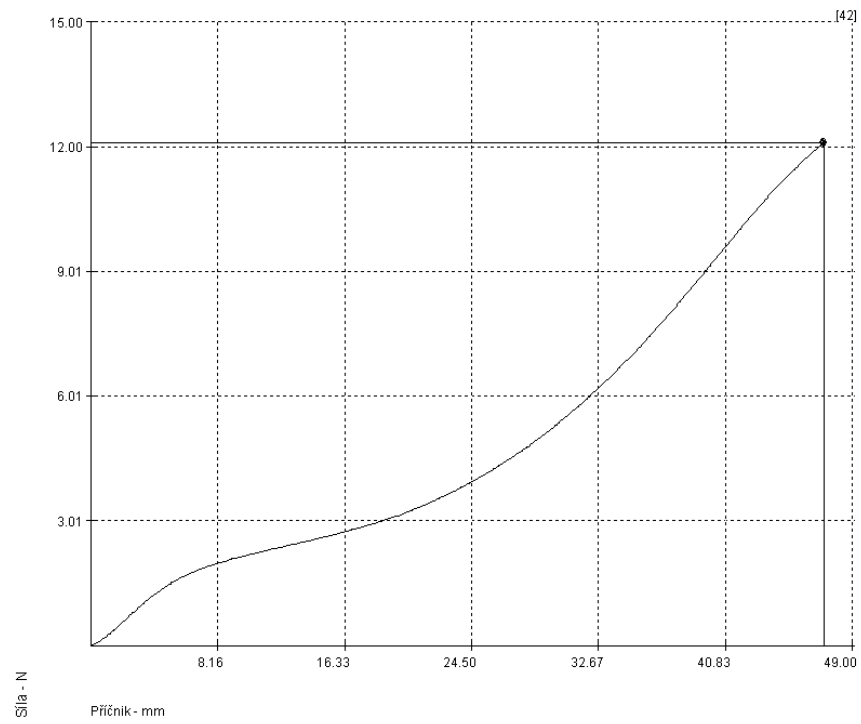


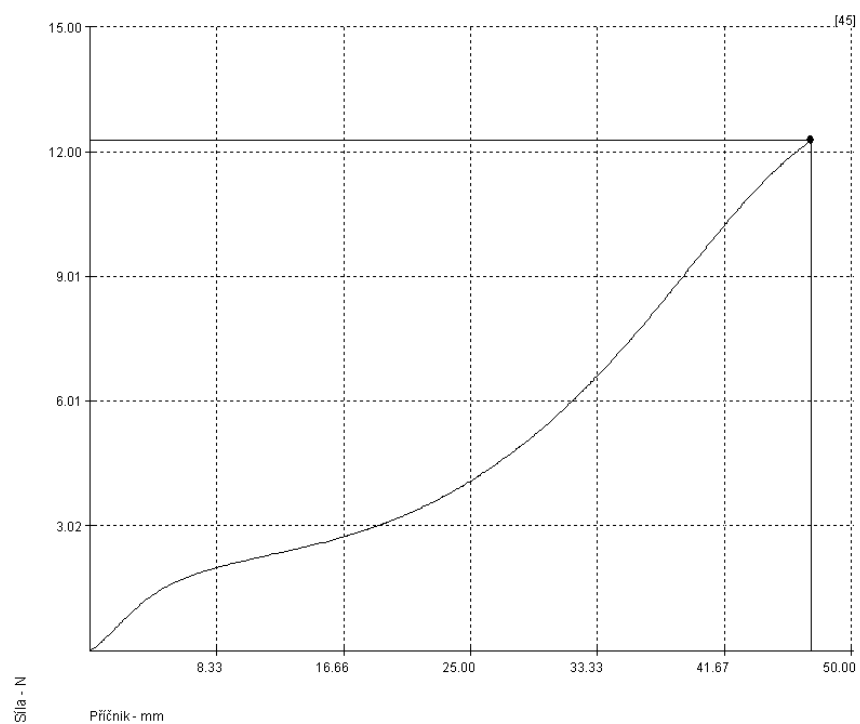
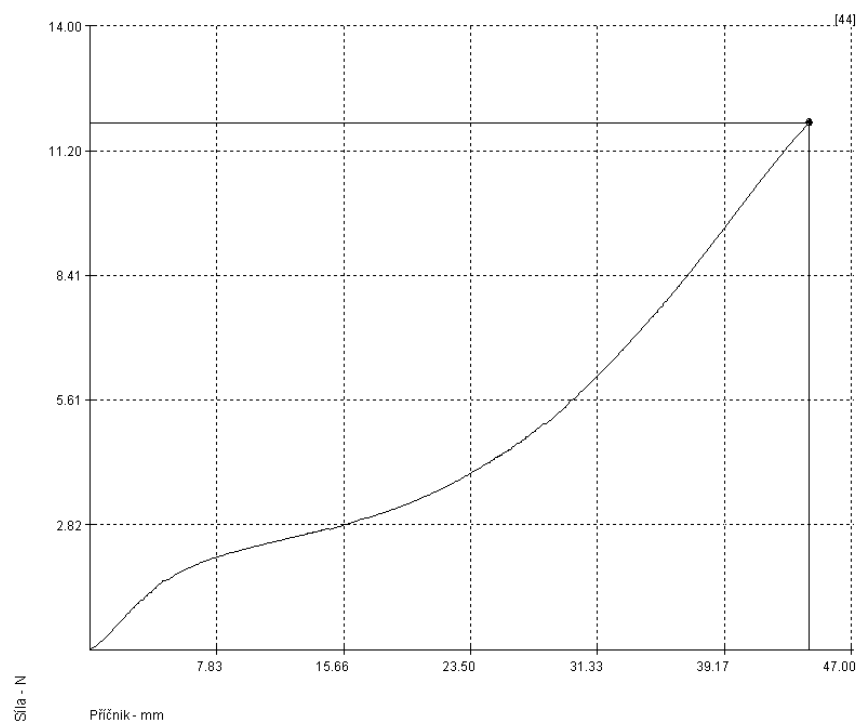


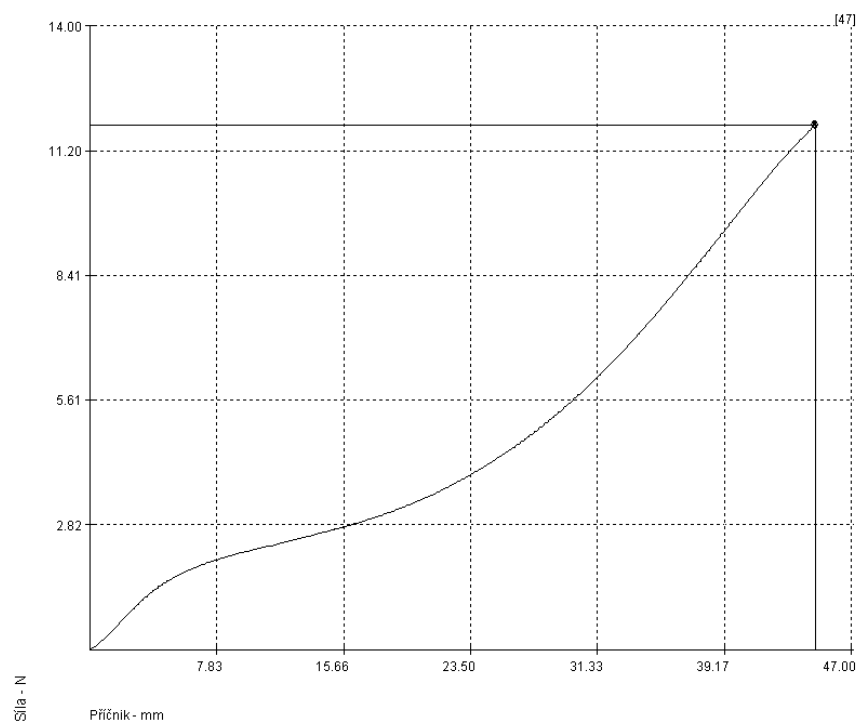
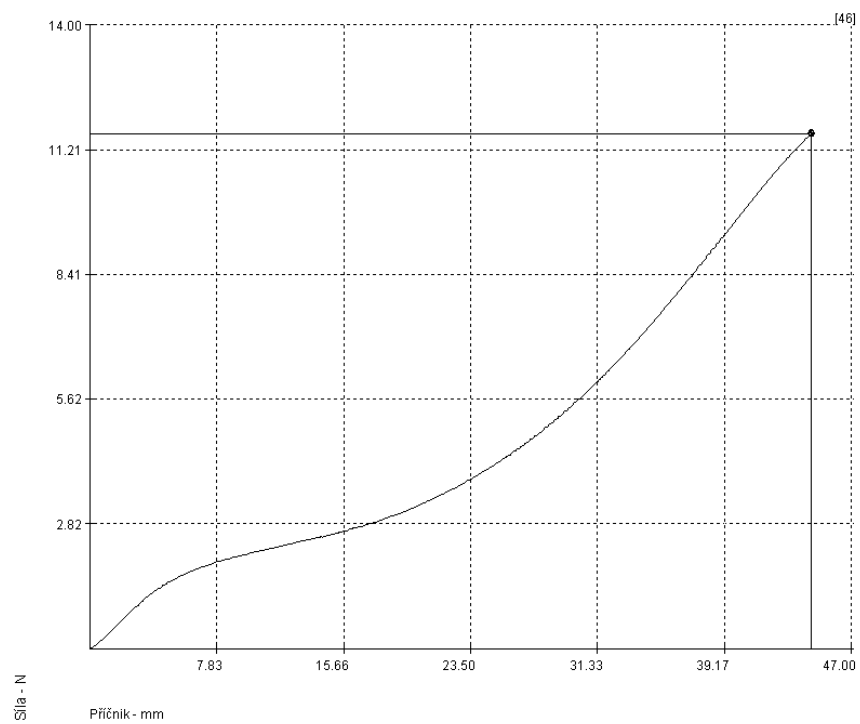


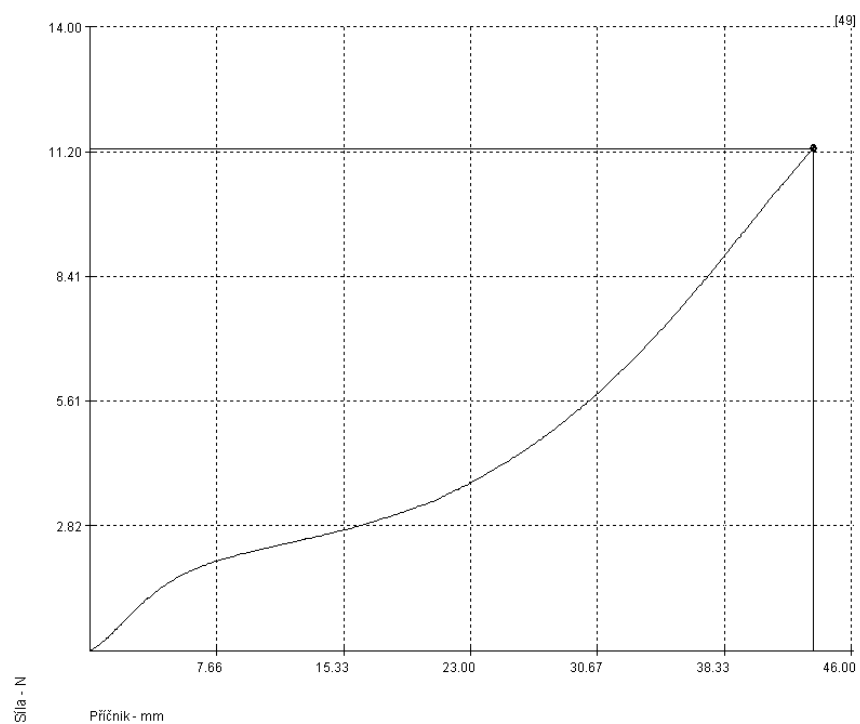
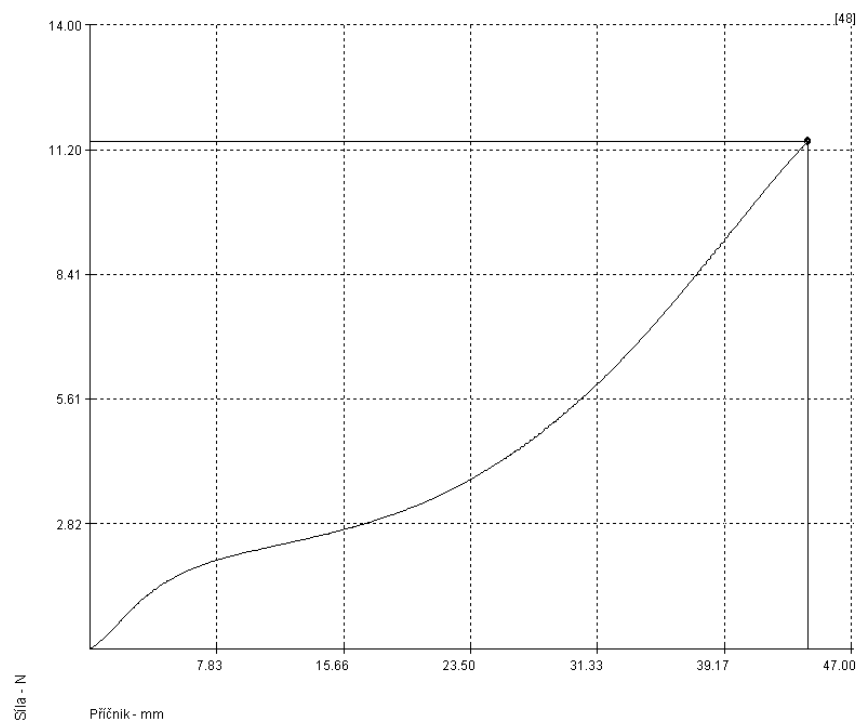


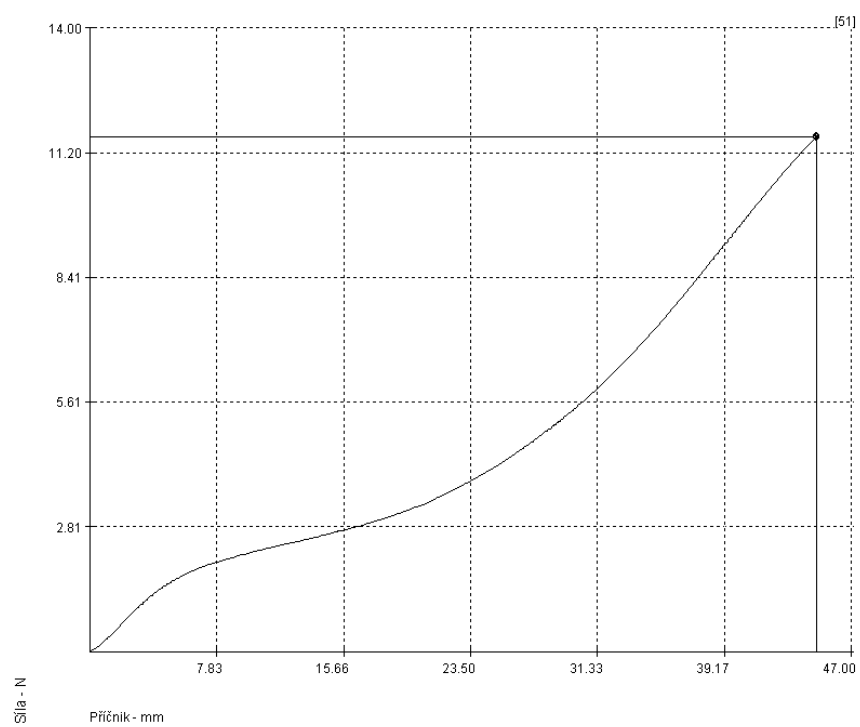
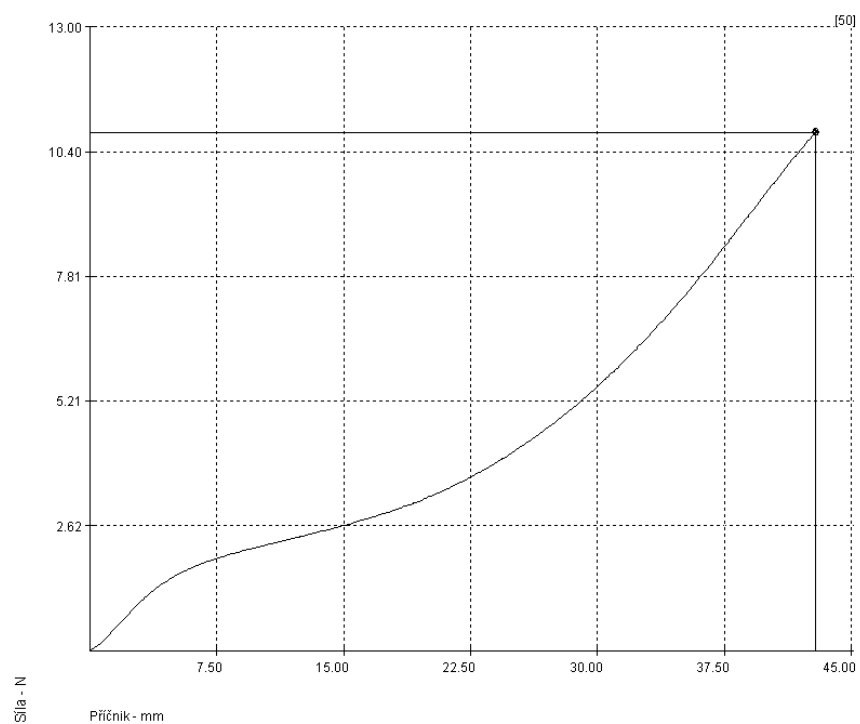
## **Grafy pre nit'ň šedej farby - BIEZE STORK**





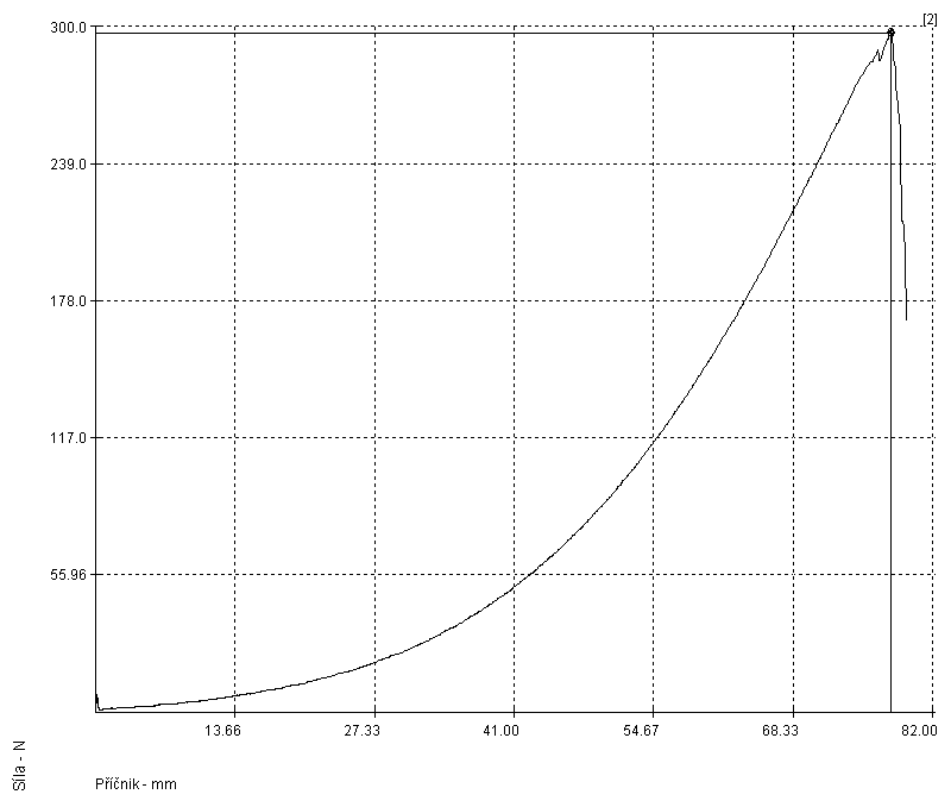
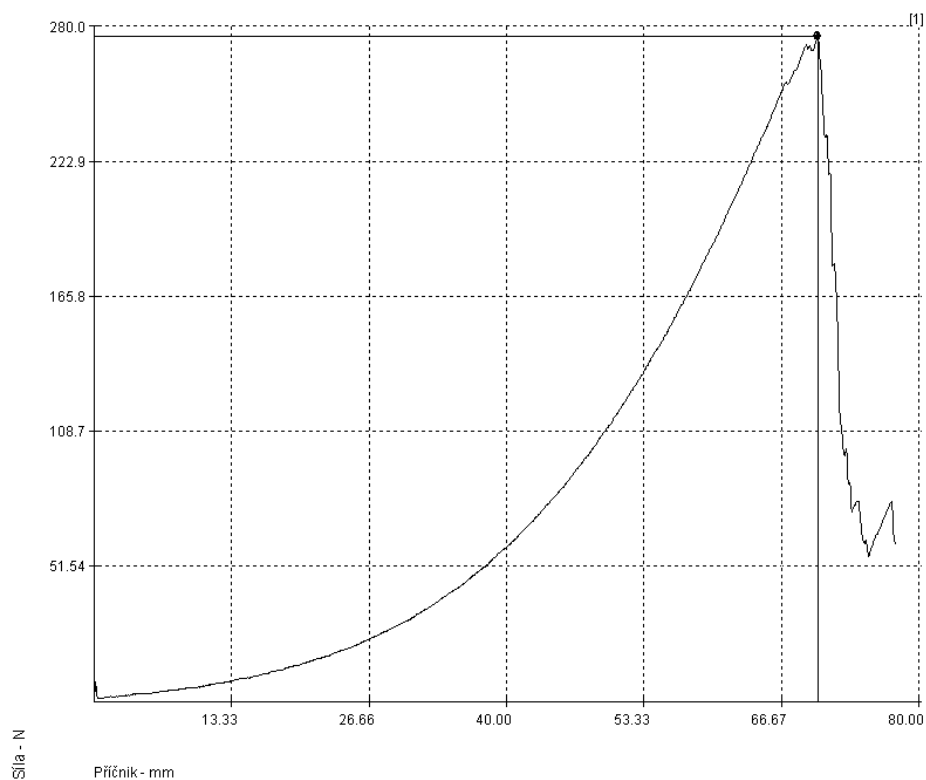




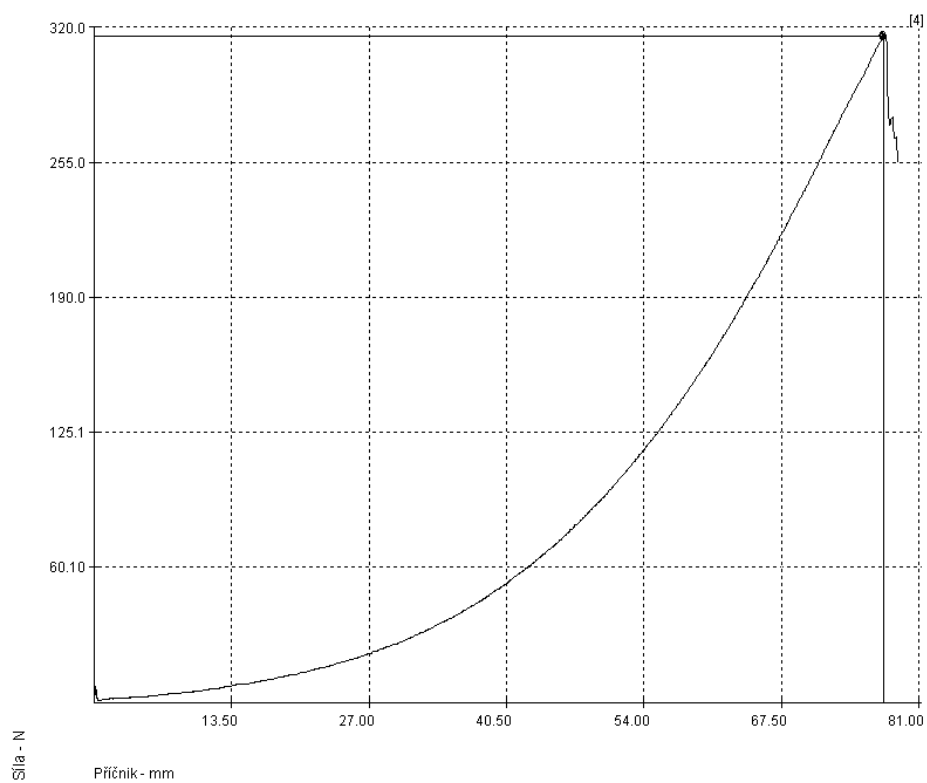
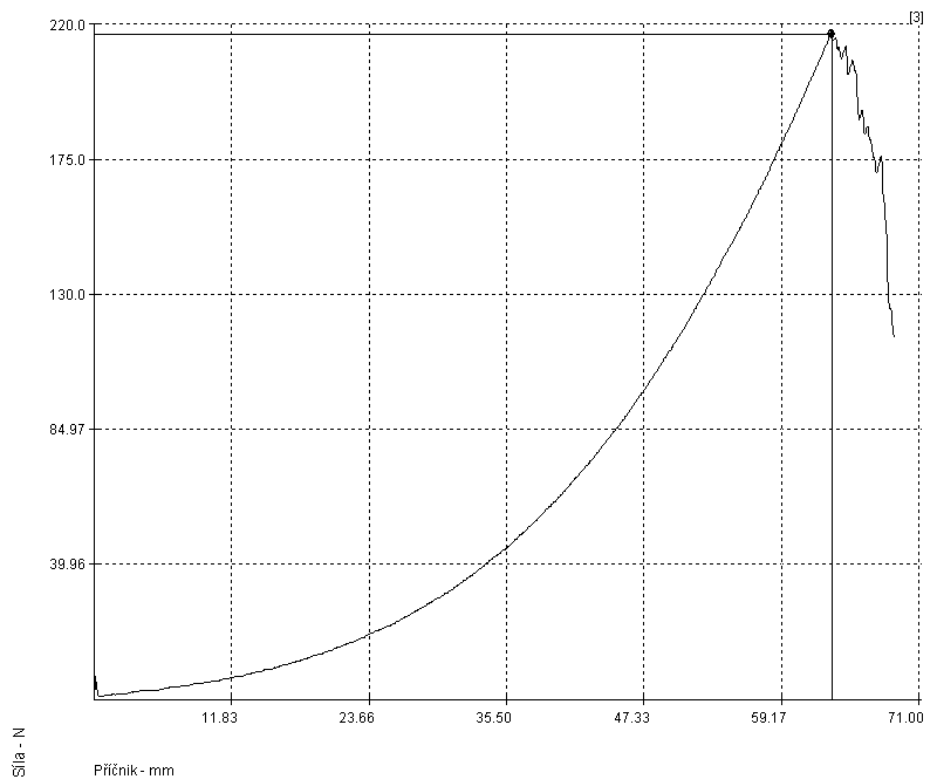


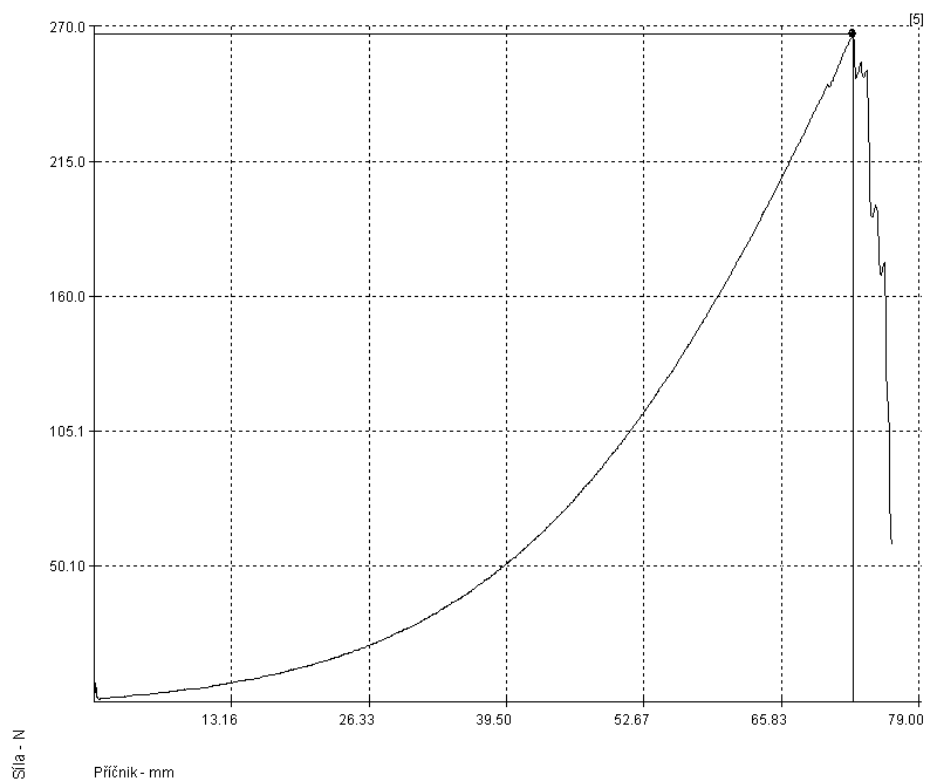
### **Príloha č. 3**

**Grafy vygenerované pri meraní pevnosti pleteniny**







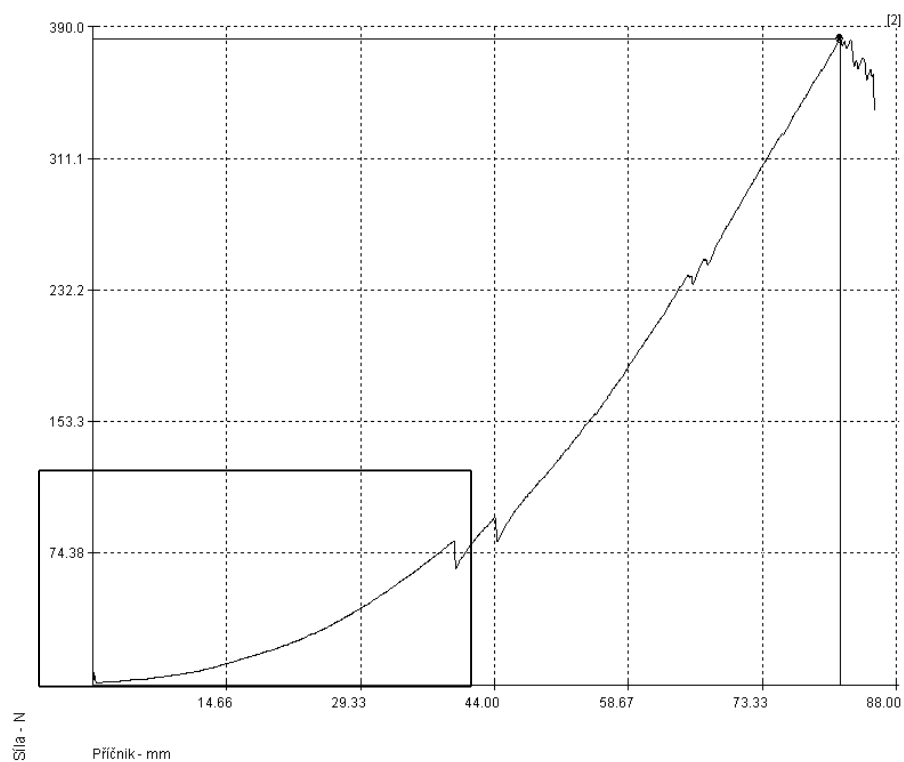
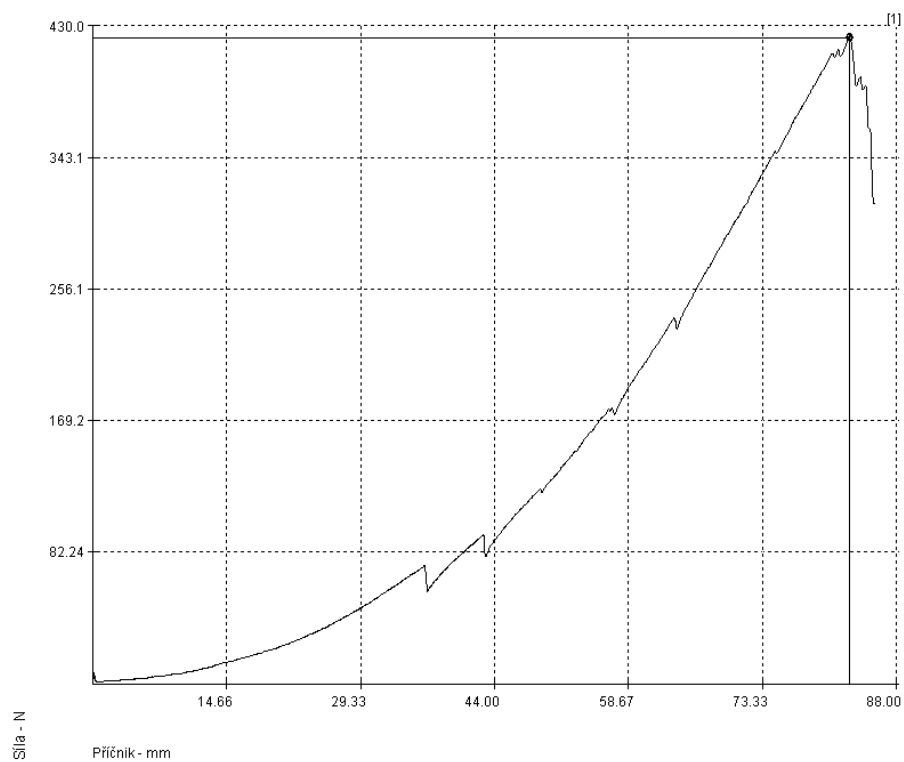


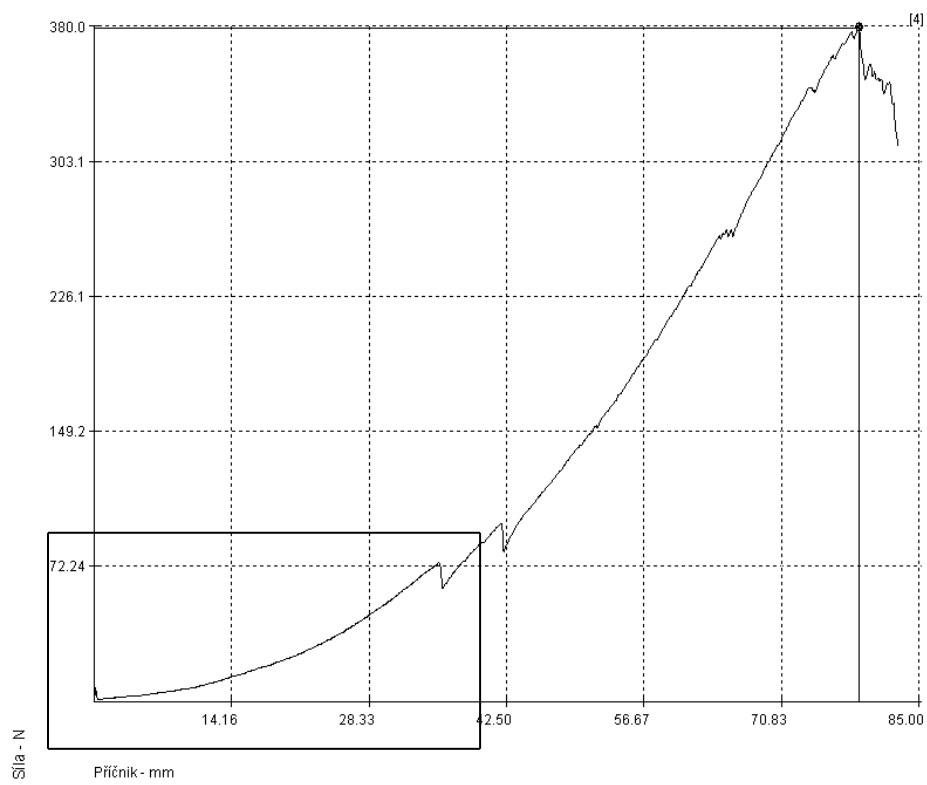
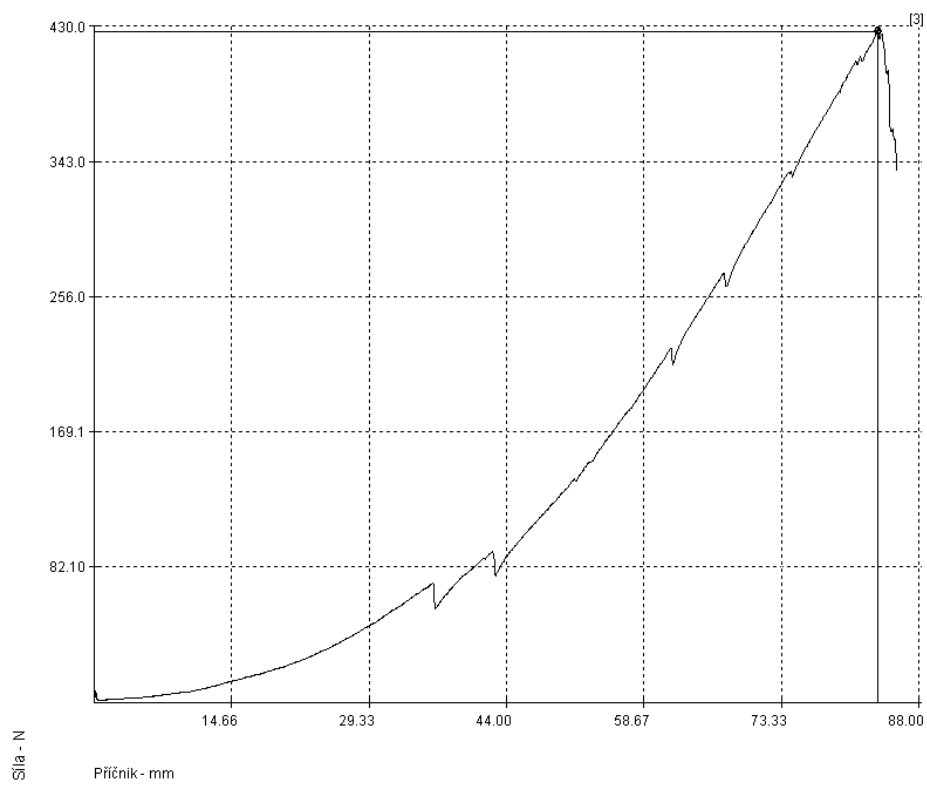
## **Príloha č. 4**

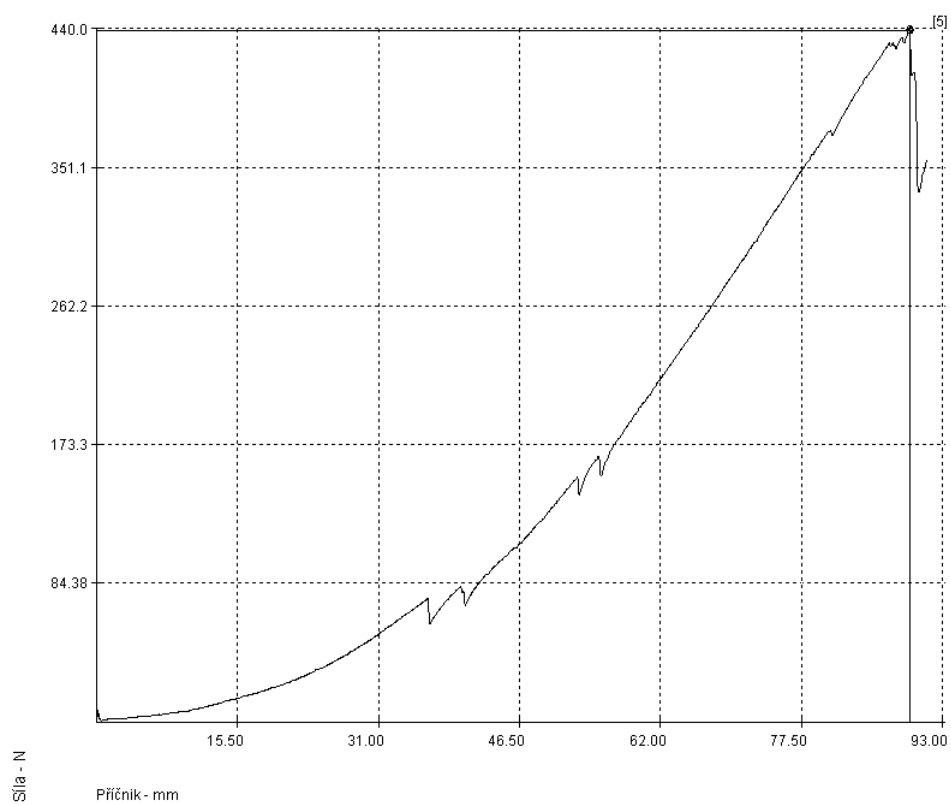
### **Grafy vygenerované pri meraní pevnosti švov s viazaným stehom a pre jednotlivé nite**

- grafy sú s vyznačením oblasti, kde nastal okamih prvého porušenia stehu, teda aj švu

**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-zelenej farby – AMANN**

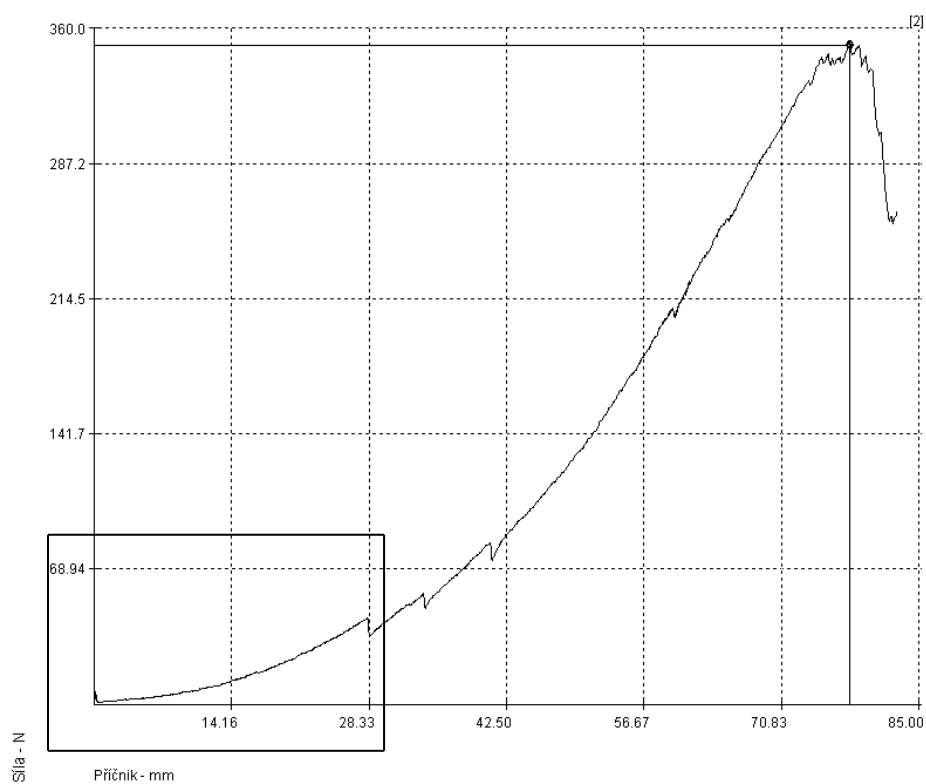
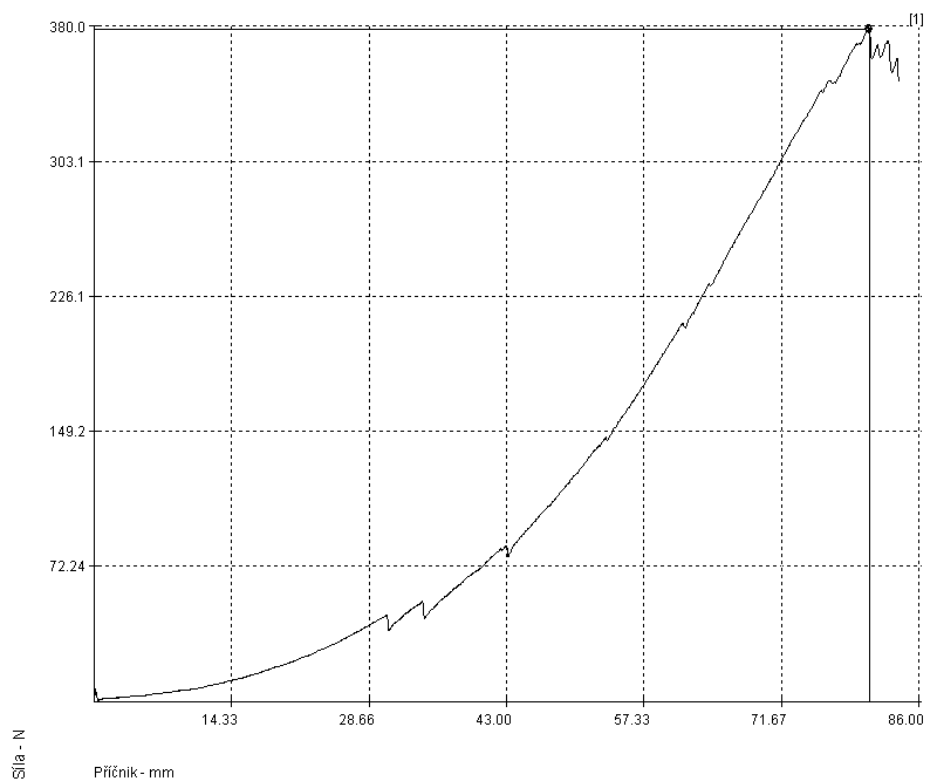


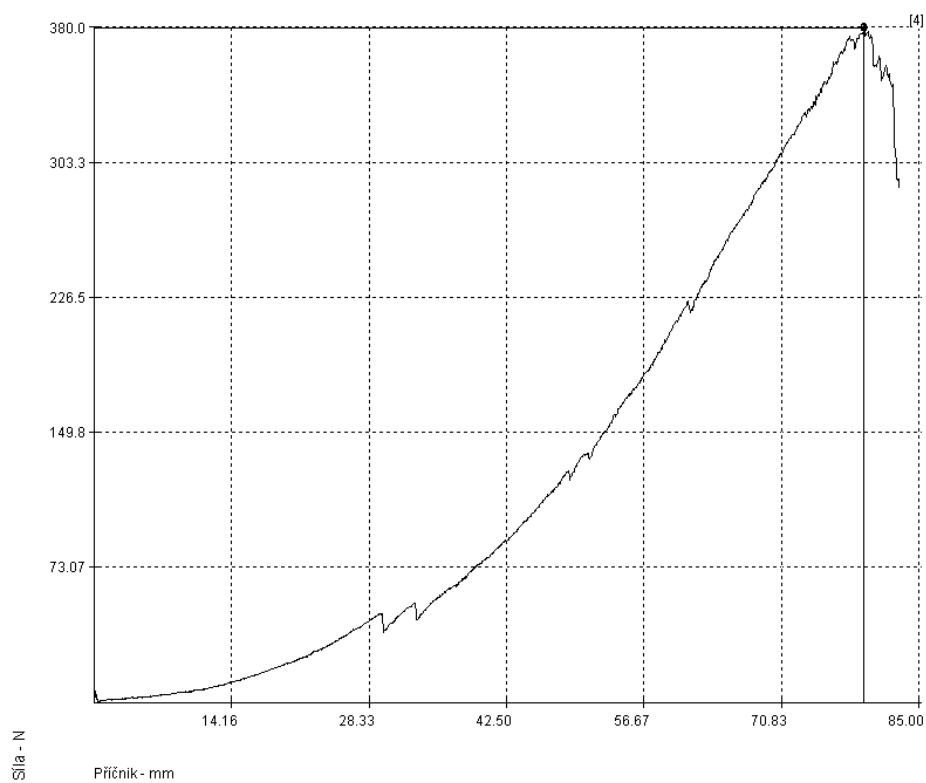
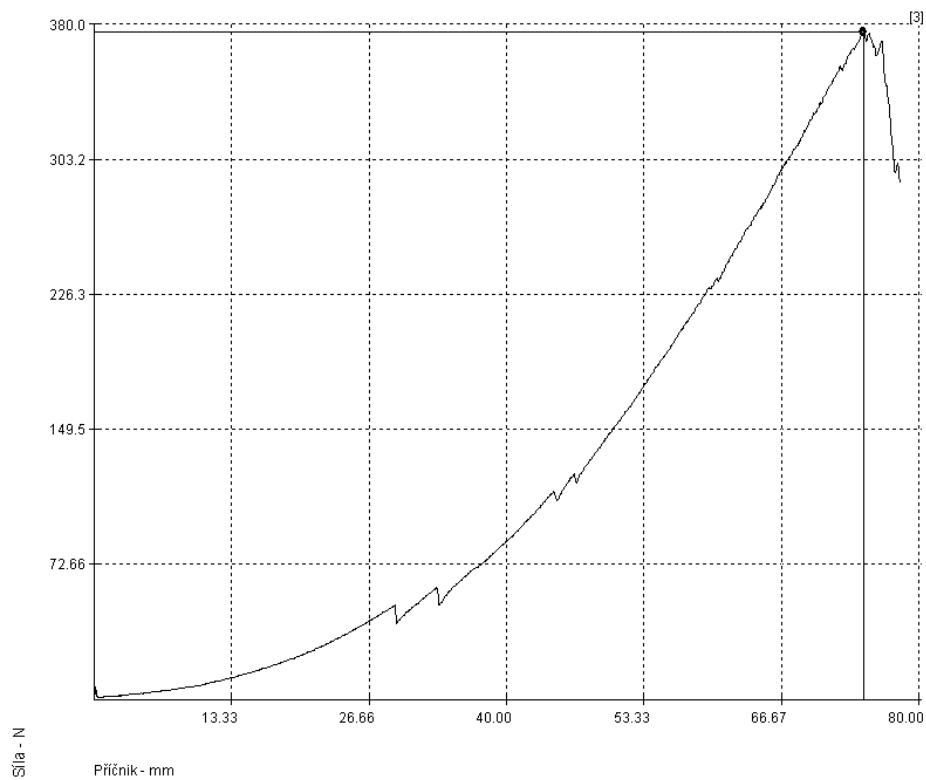


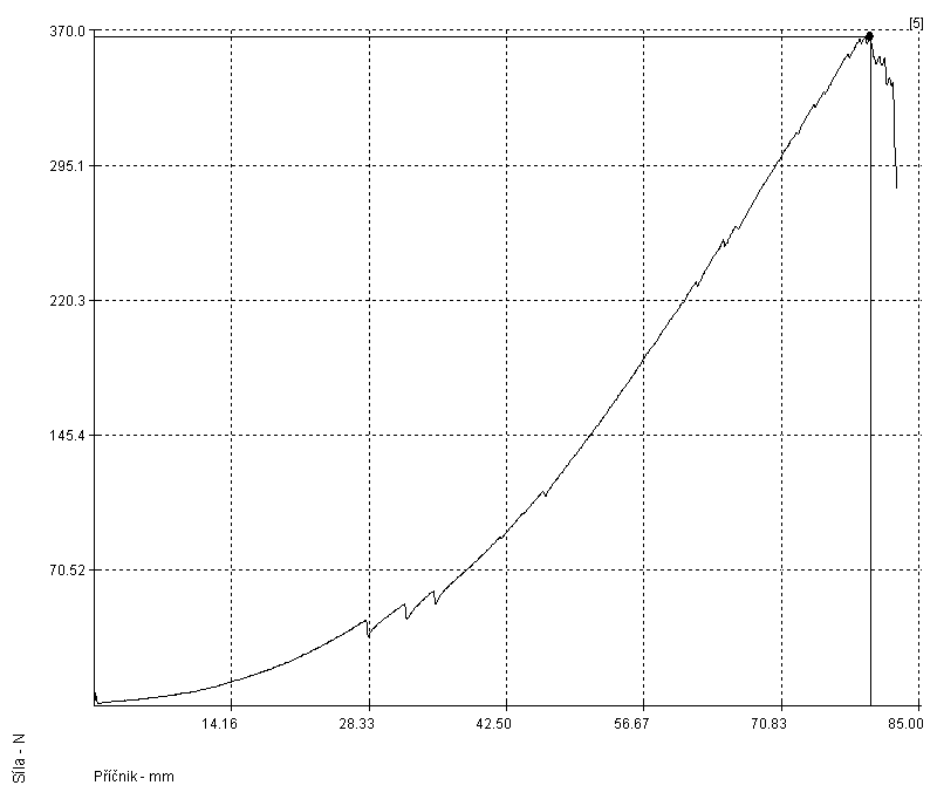


**Grafy pre švy s nit'ou svetlo-zelenej farby - AMANN**

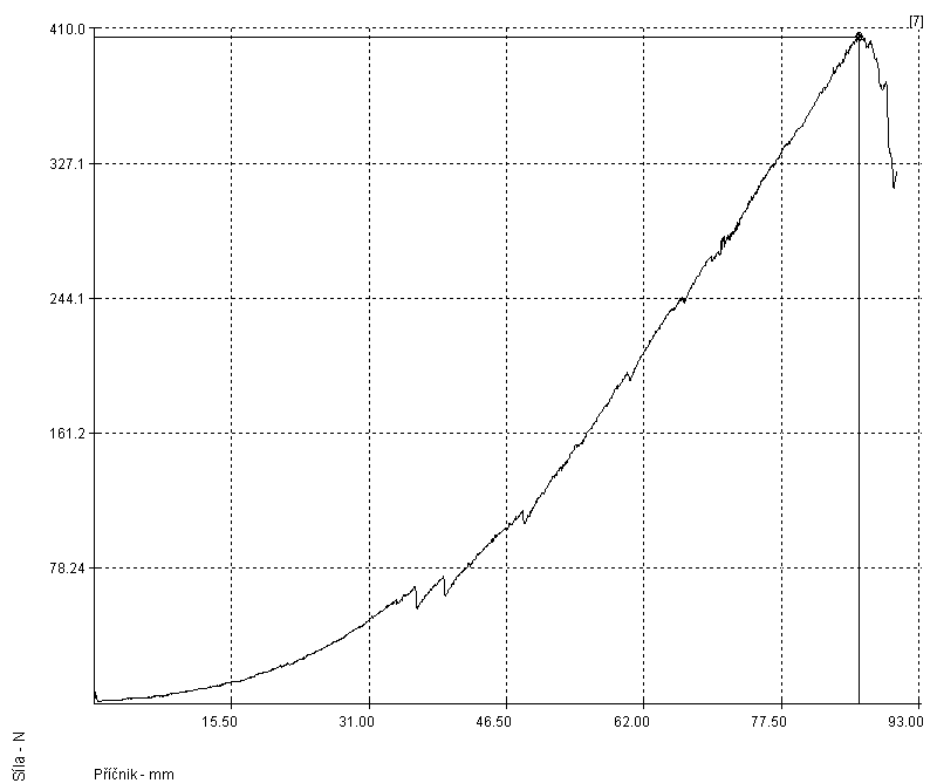
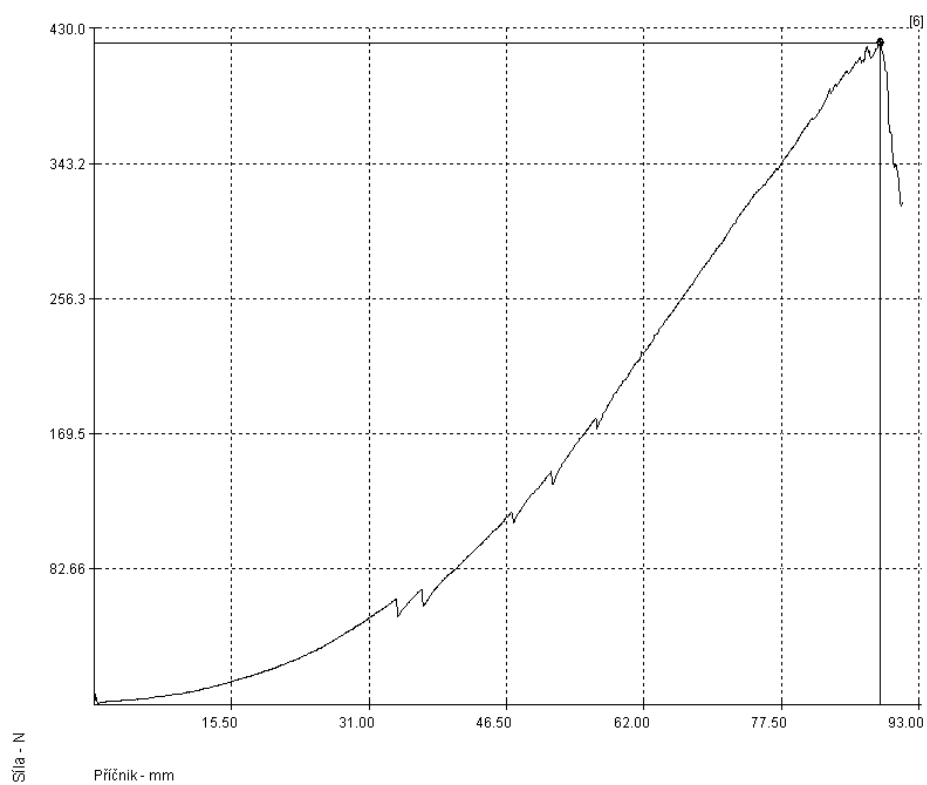


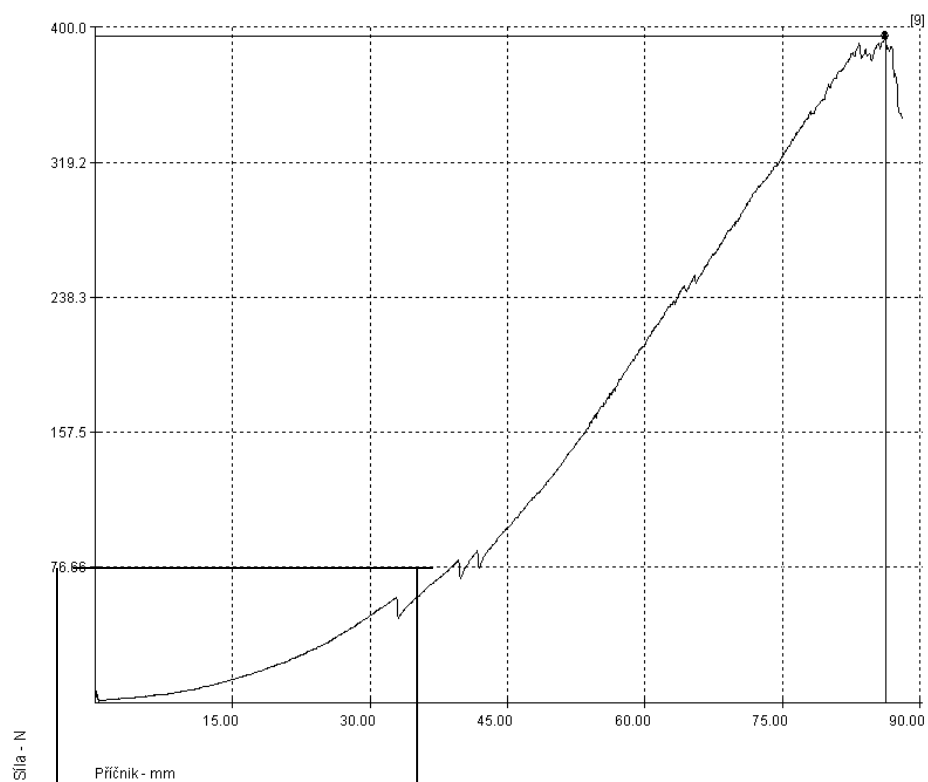
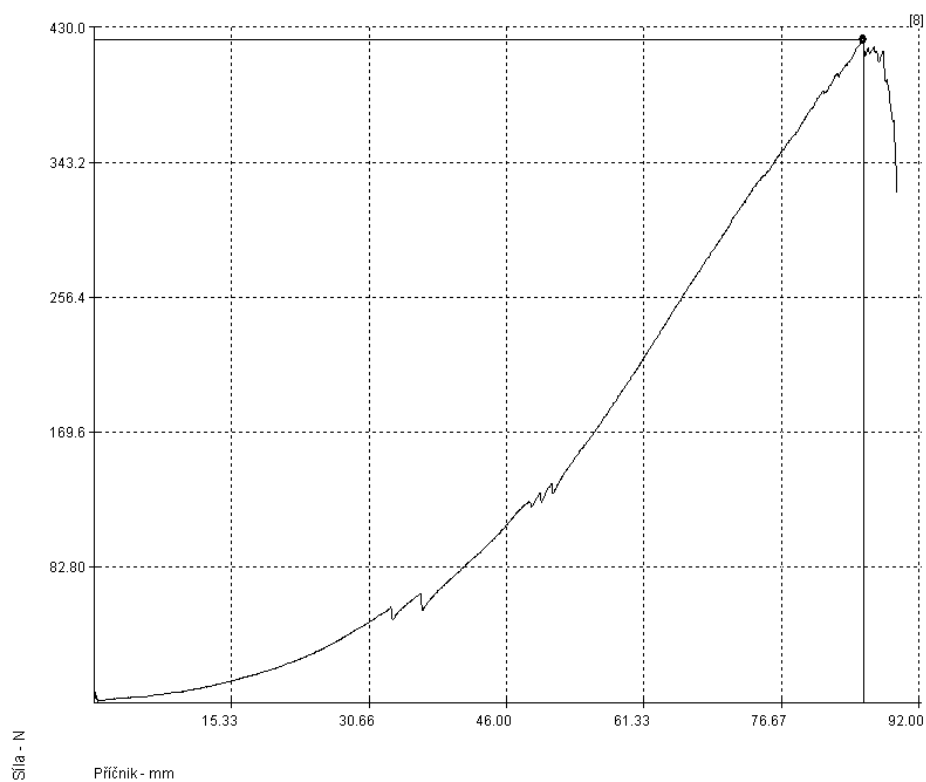


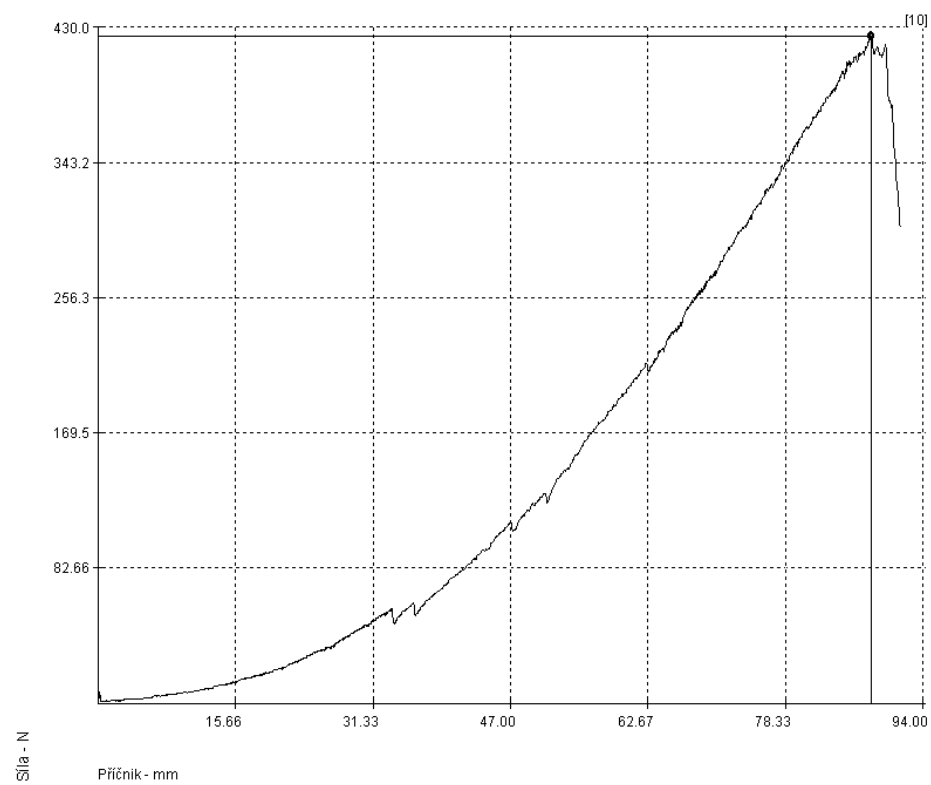




**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-modrej farby - UNIPOLY**

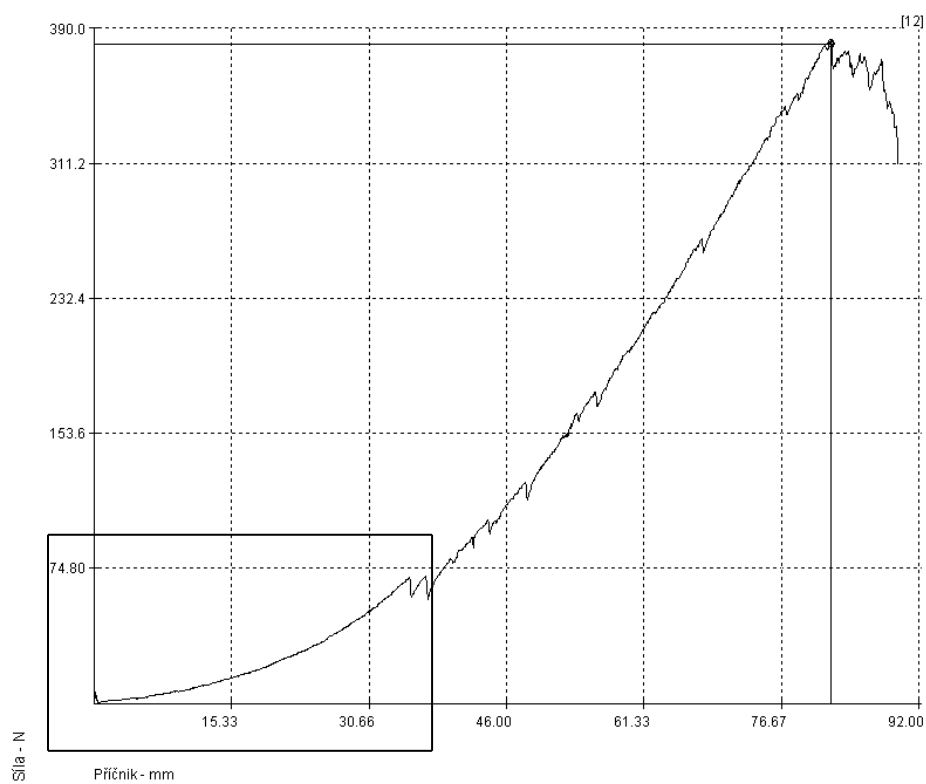
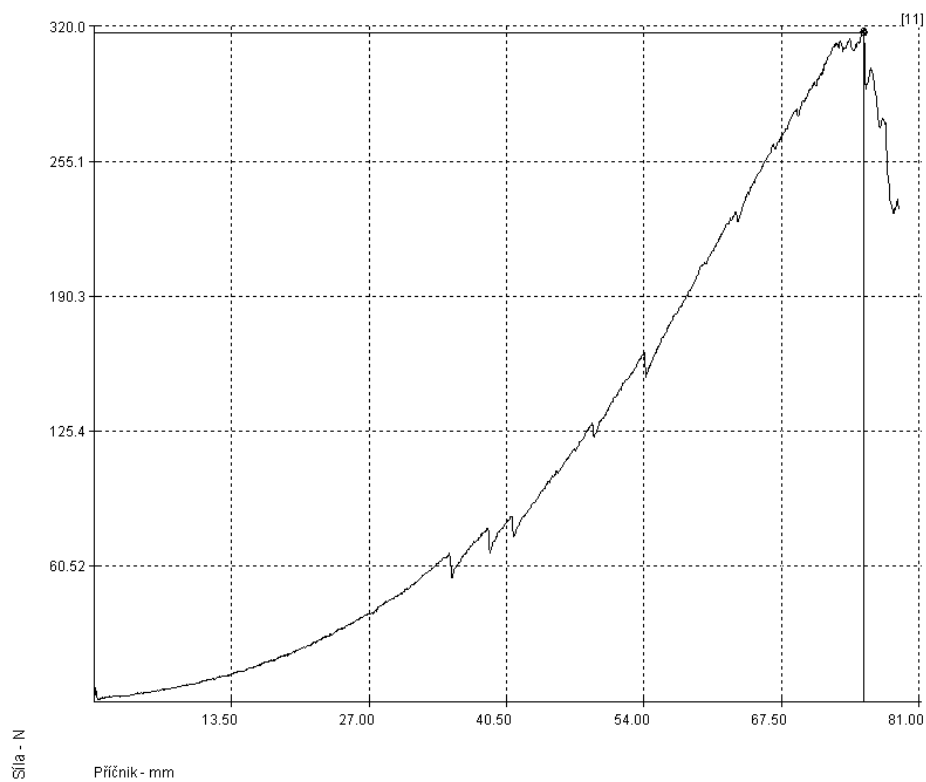


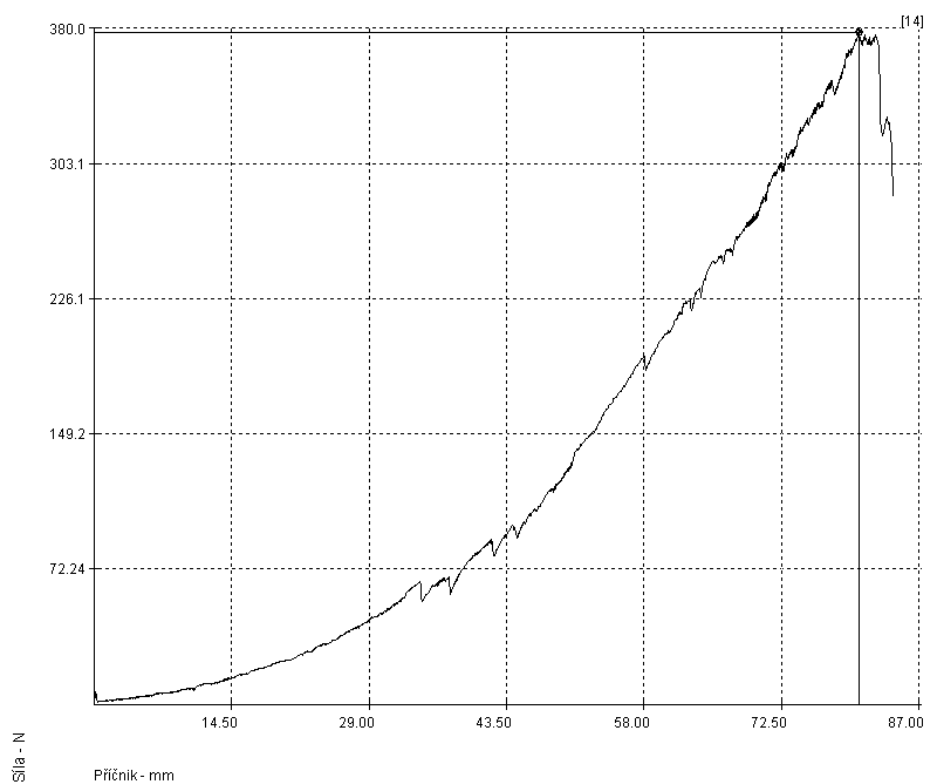
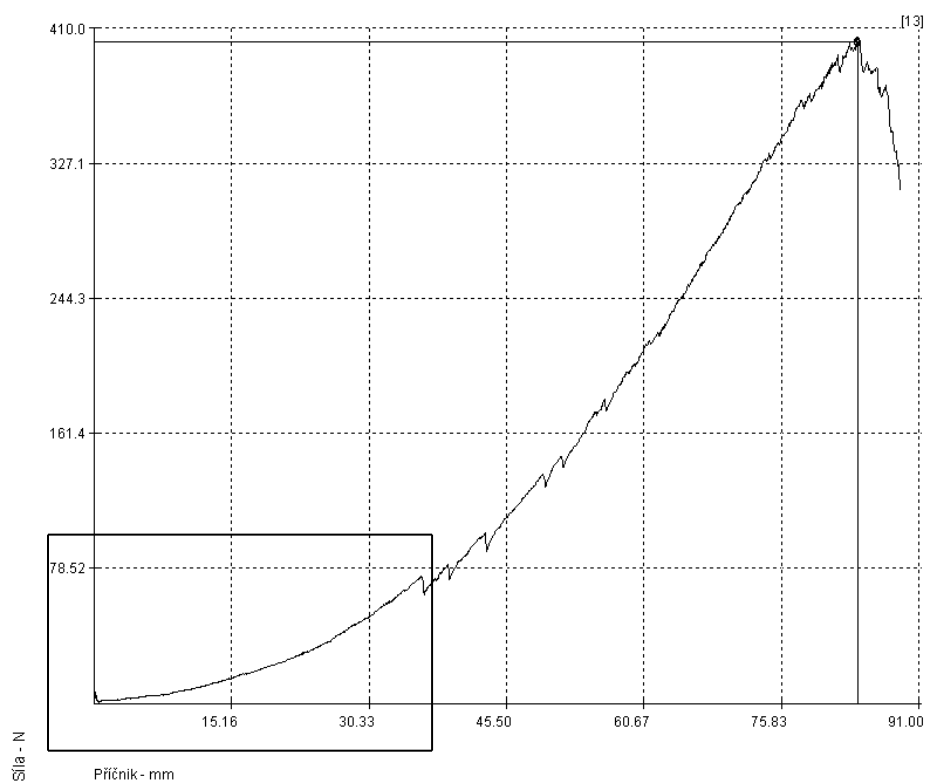


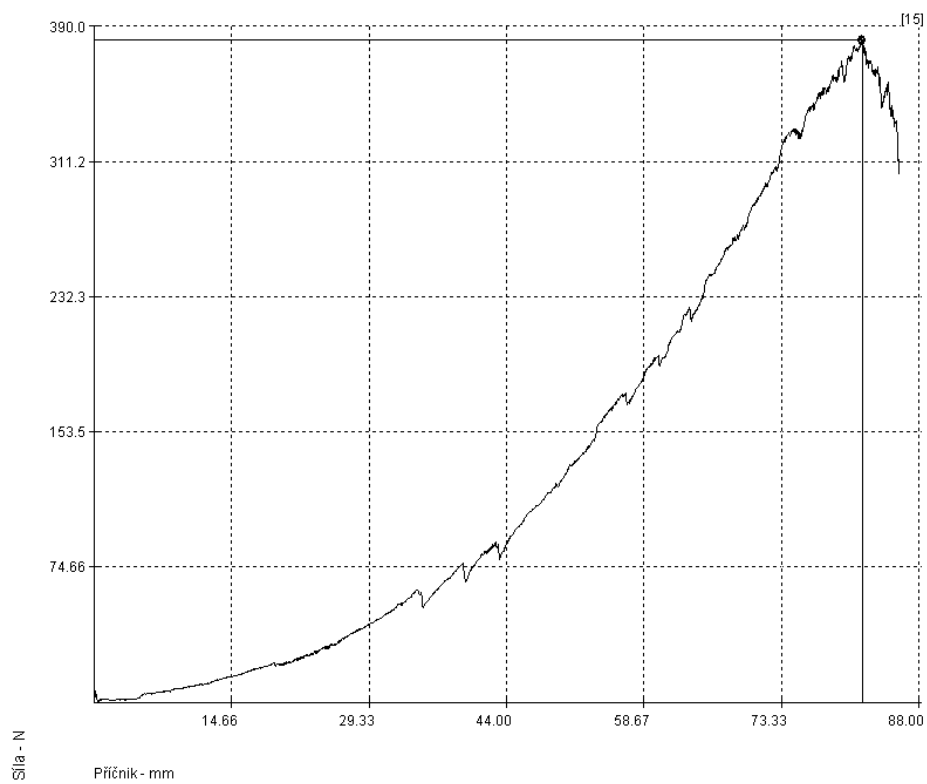


**Grafy pre švy s nit'ou svetlo-modrej farby - BIEZE  
STORK**

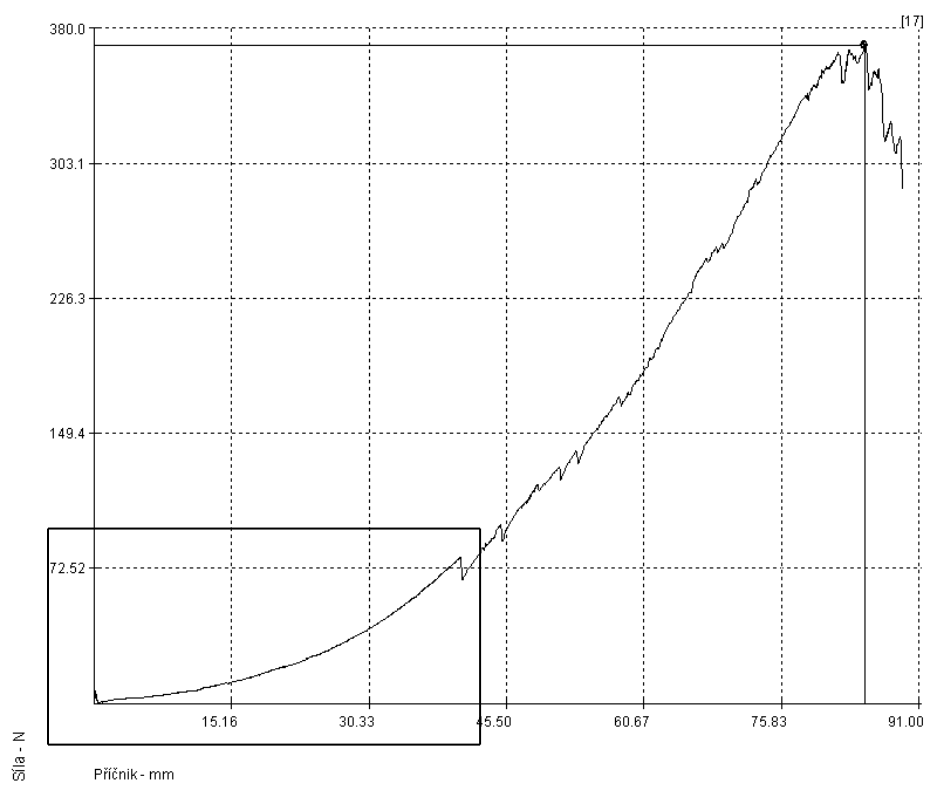
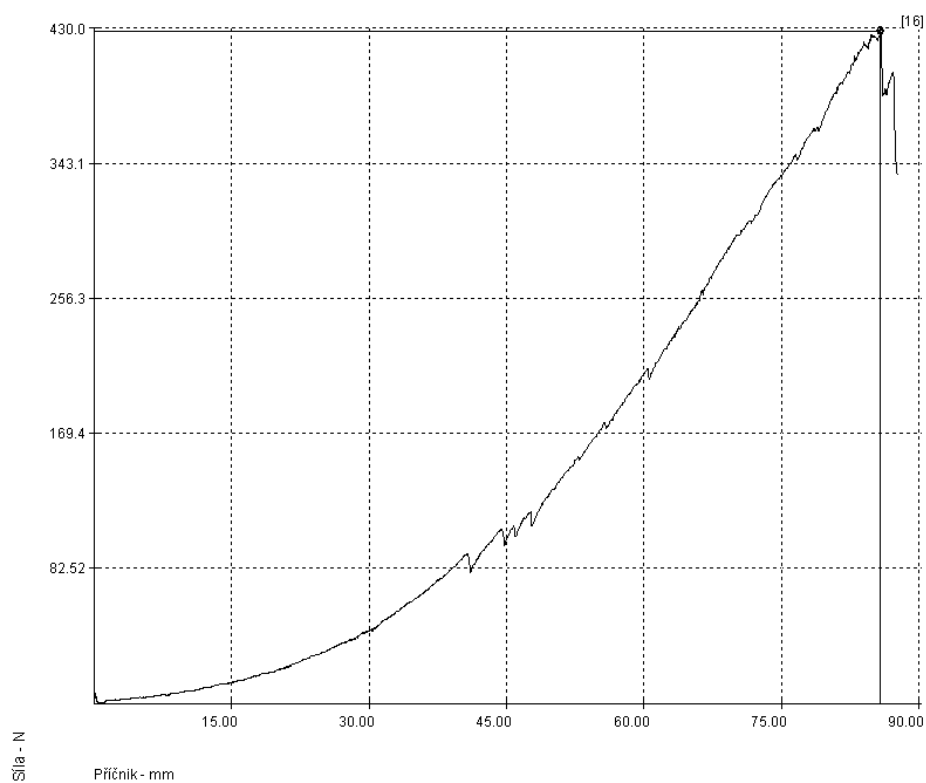


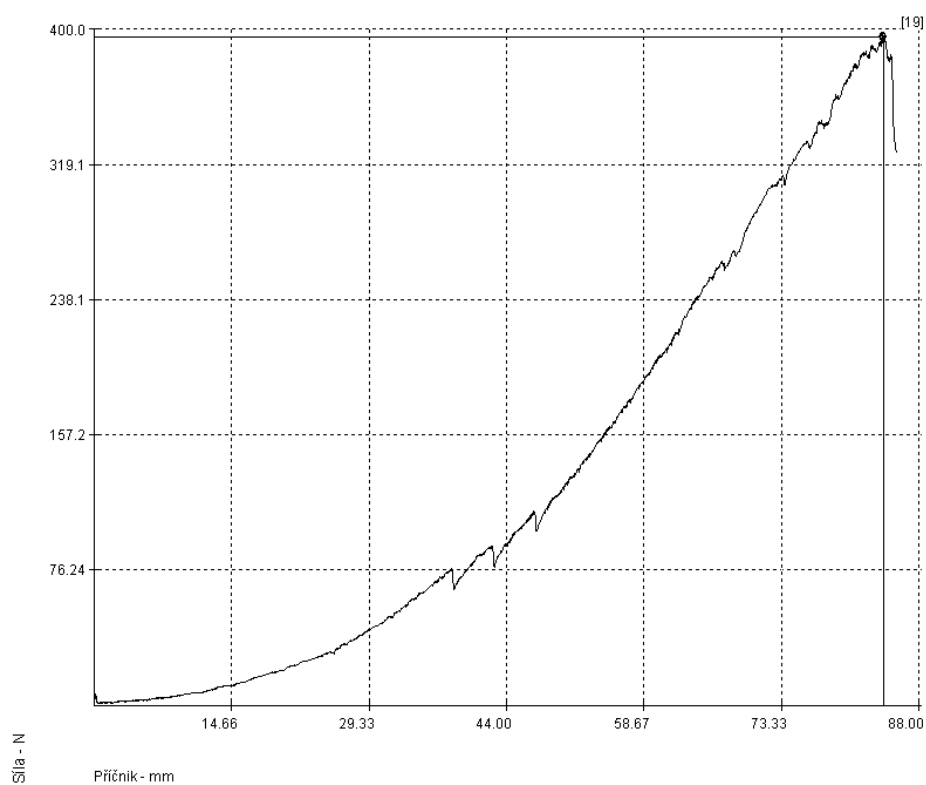
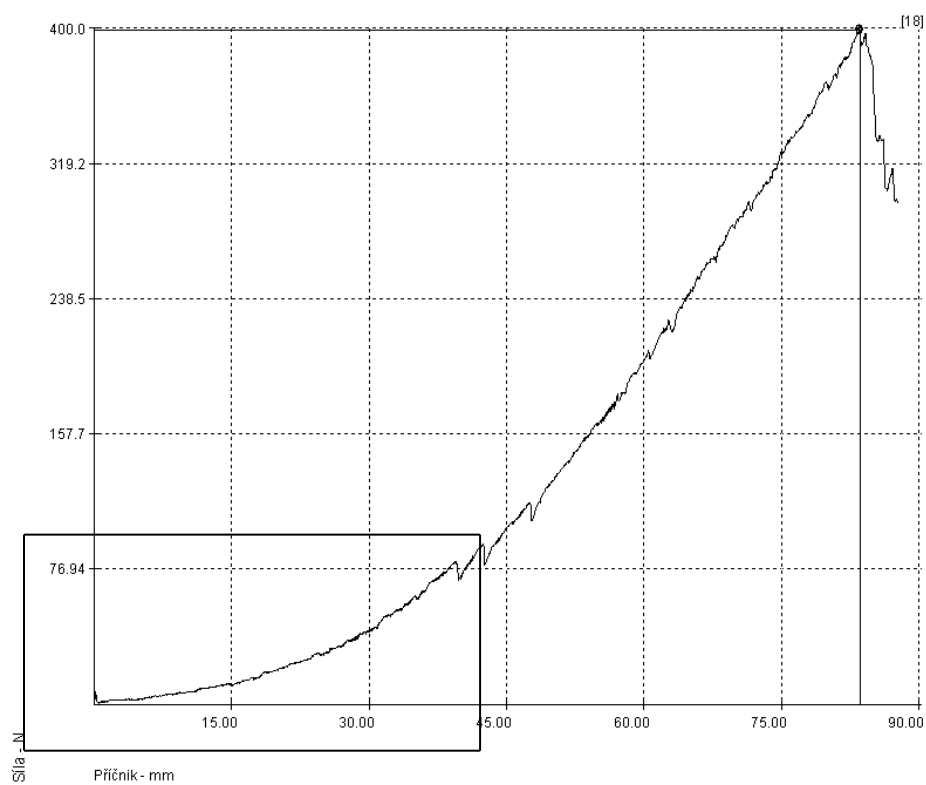


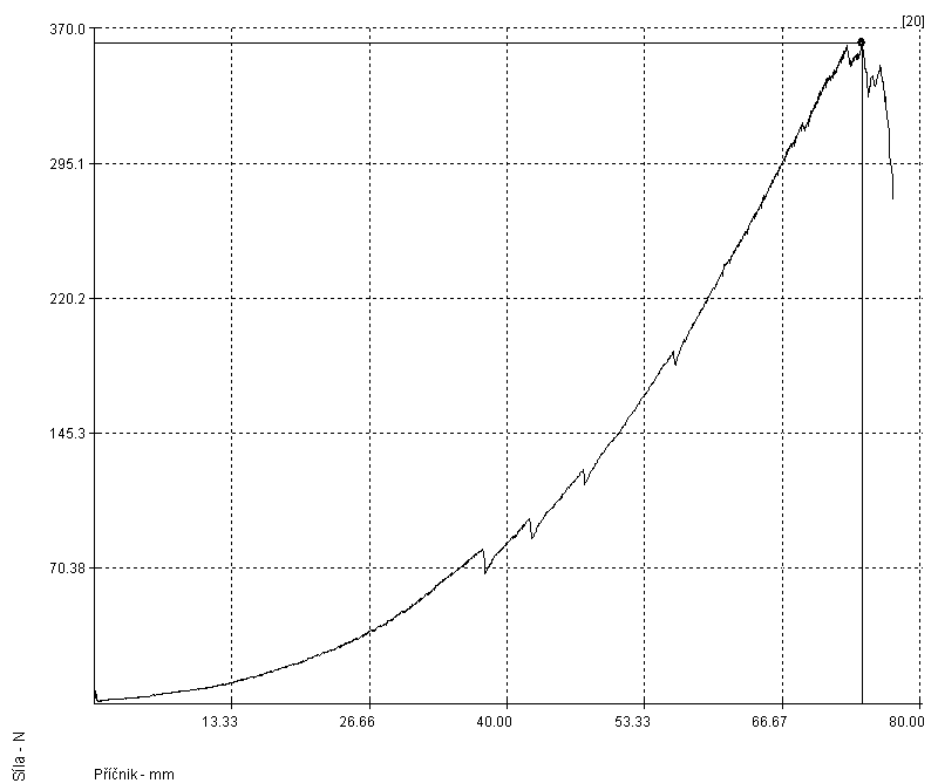




**Grafy pre švy s nit'ou šedej farby - BIEZE STORK**







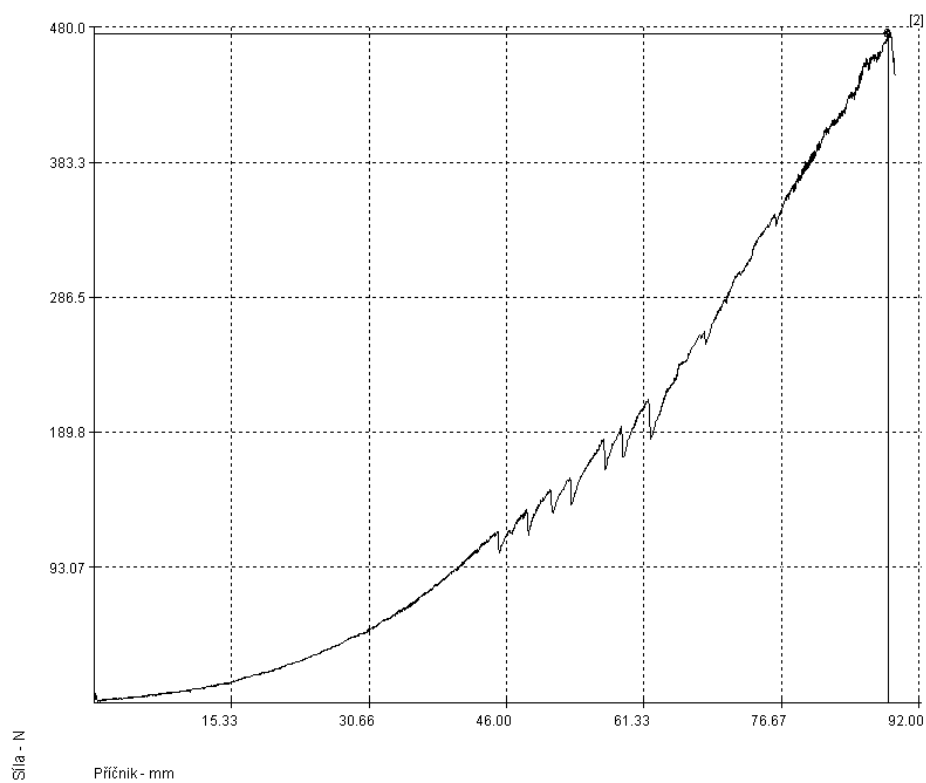
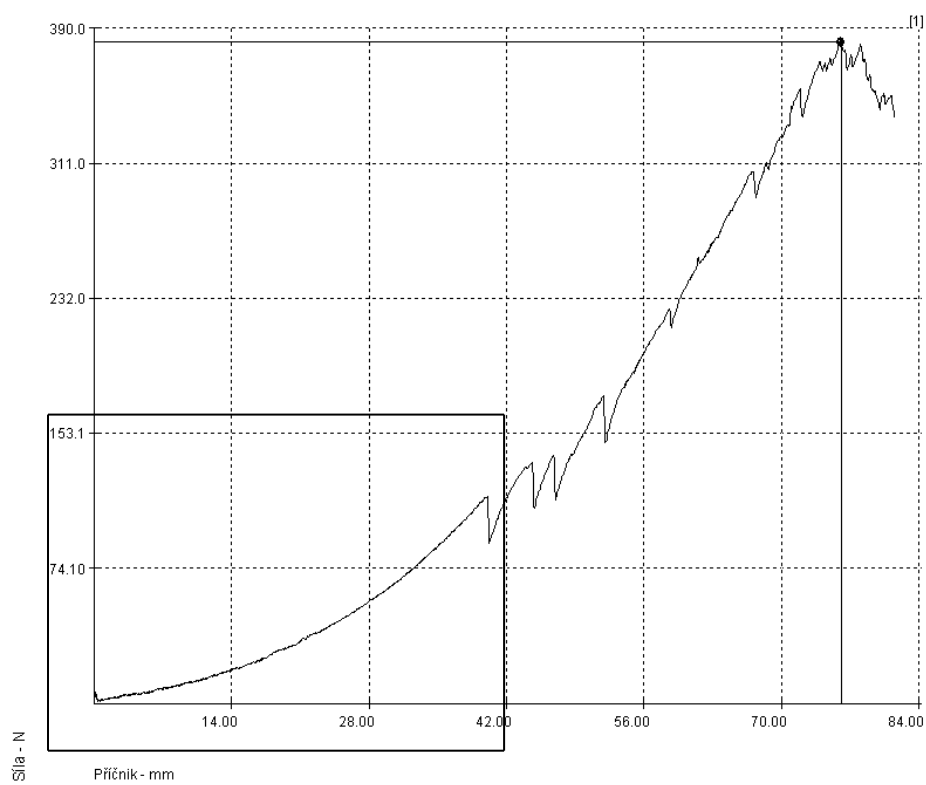
## **Príloha č. 5**

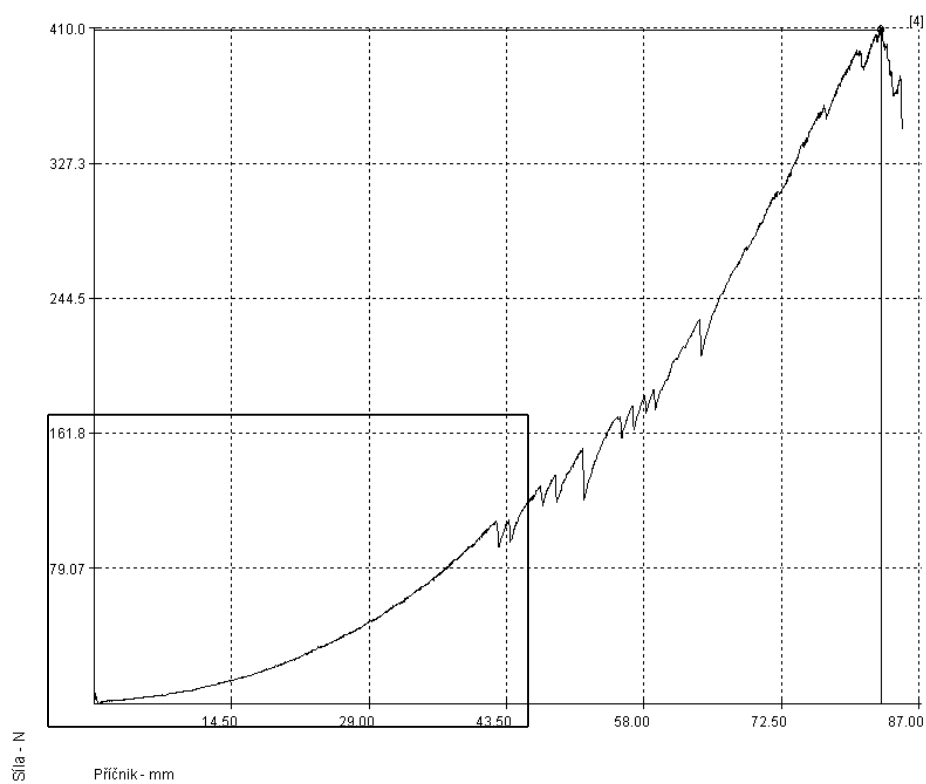
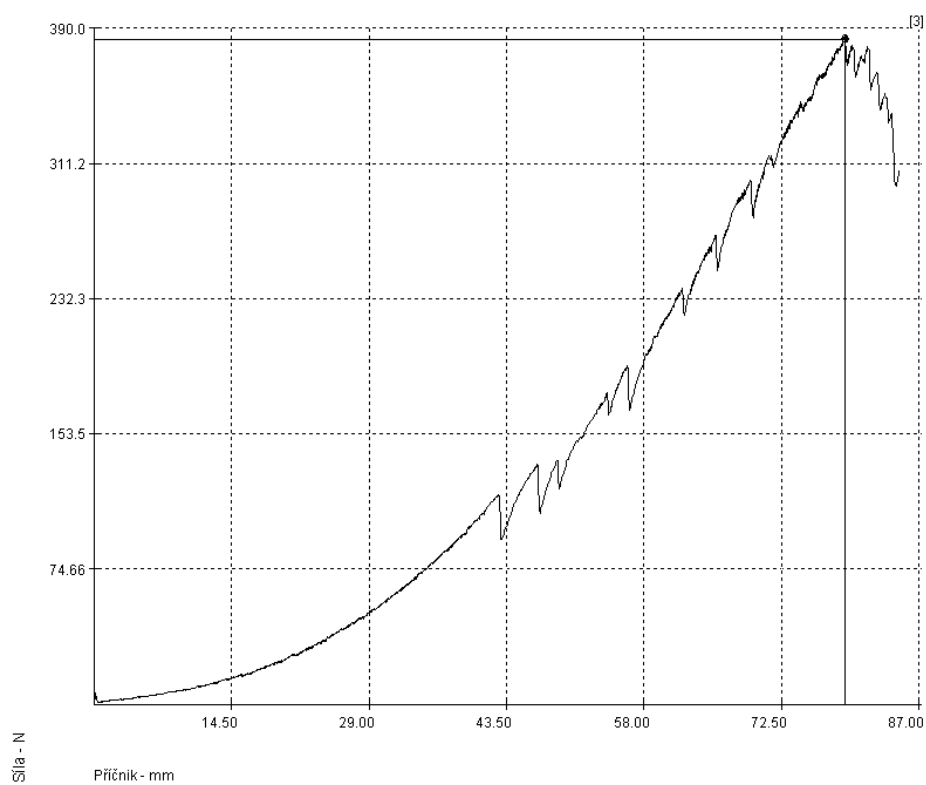
### **Grafy vygenerované pri meraní pevnosti švov s retiazkovým stehom a pre jednotlivé nite**

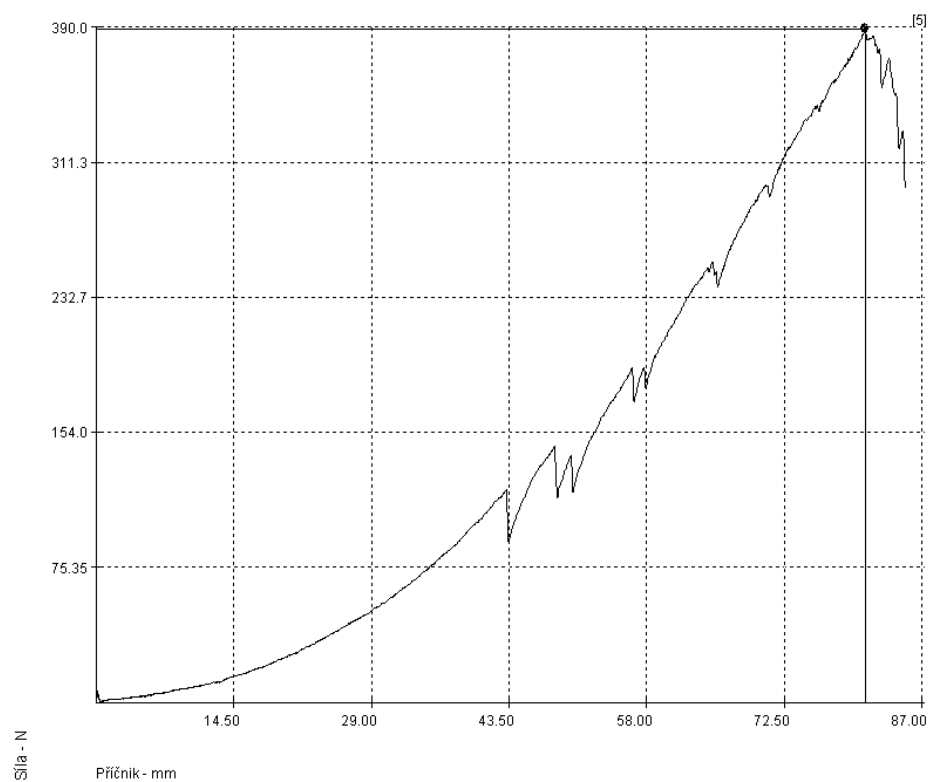
- grafy sú s vyznačením oblasti, kde nastal okamih prvého porušenia stehu, teda aj švu



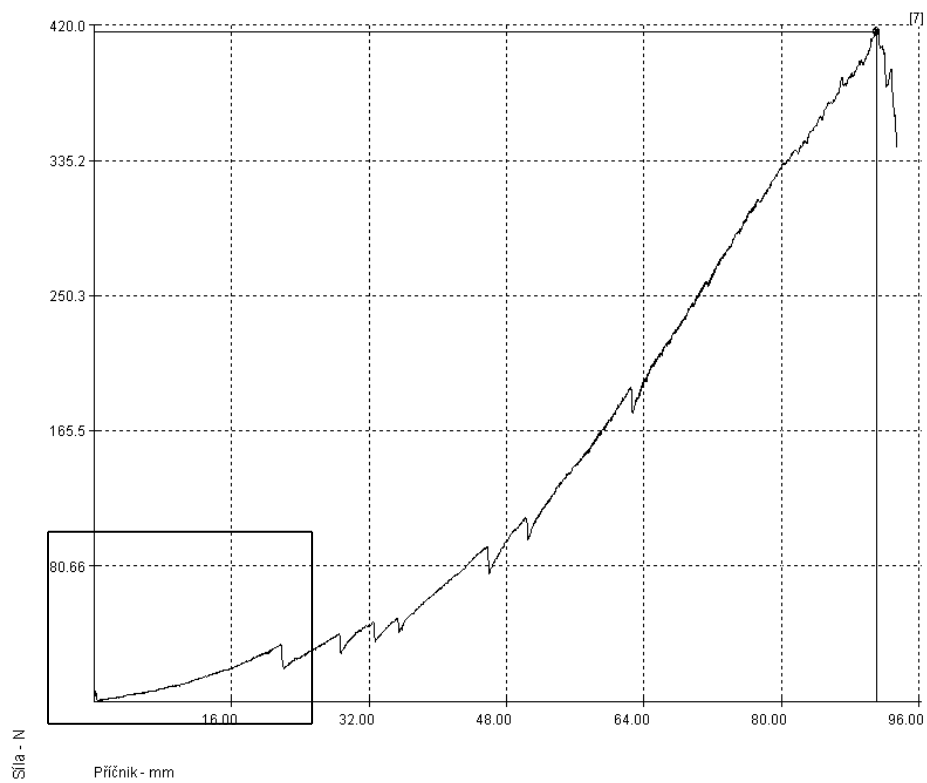
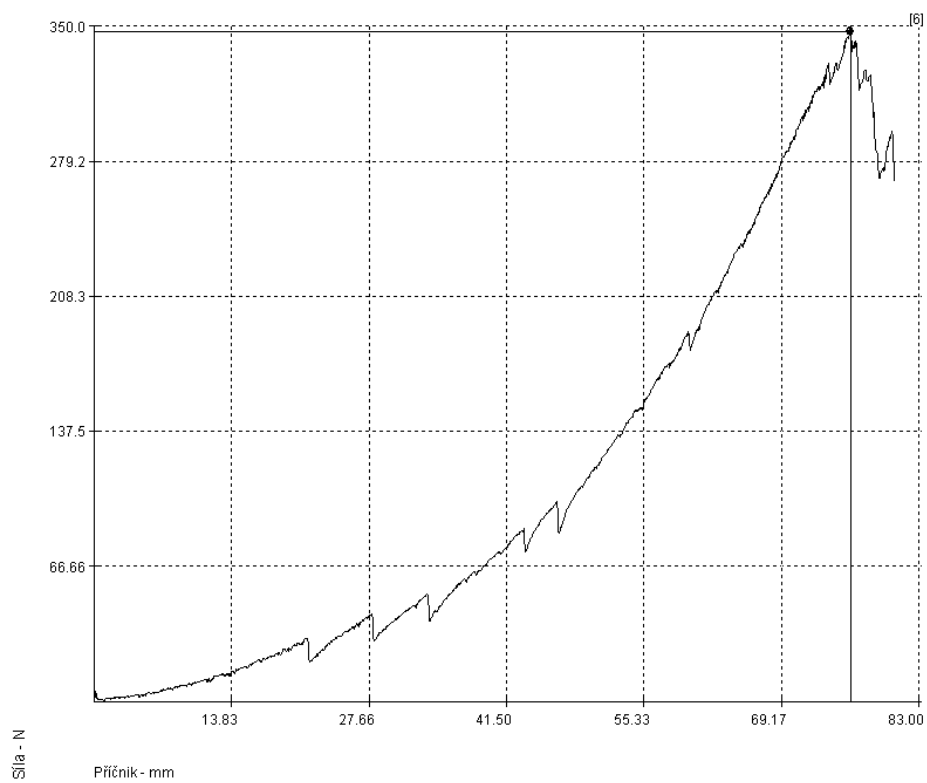
**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-zelenej farby – AMANN**

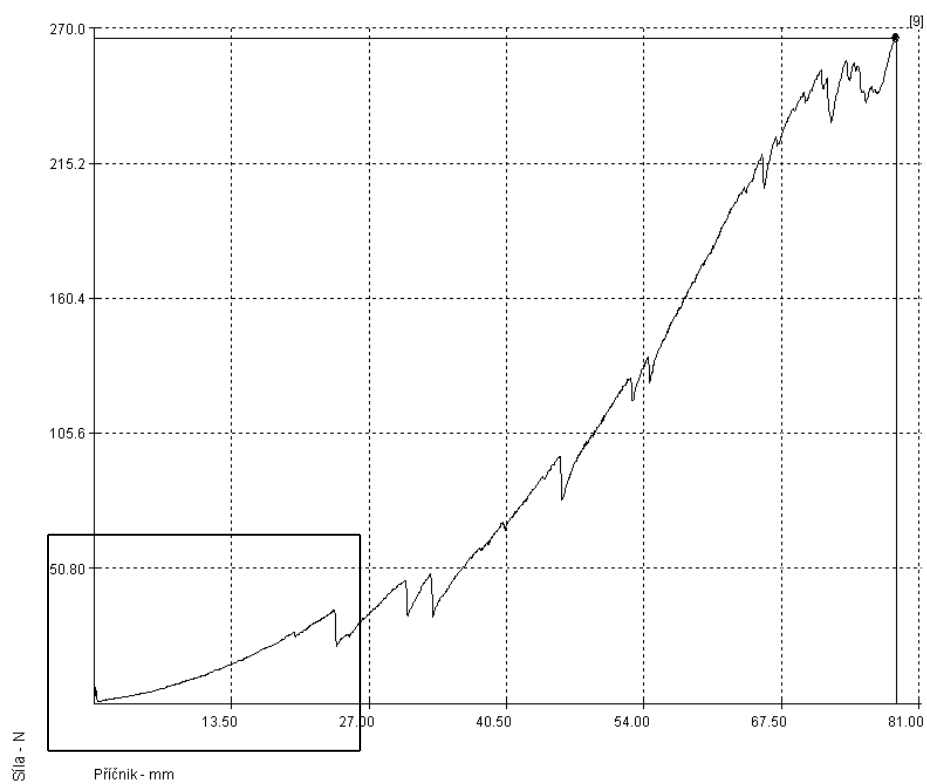
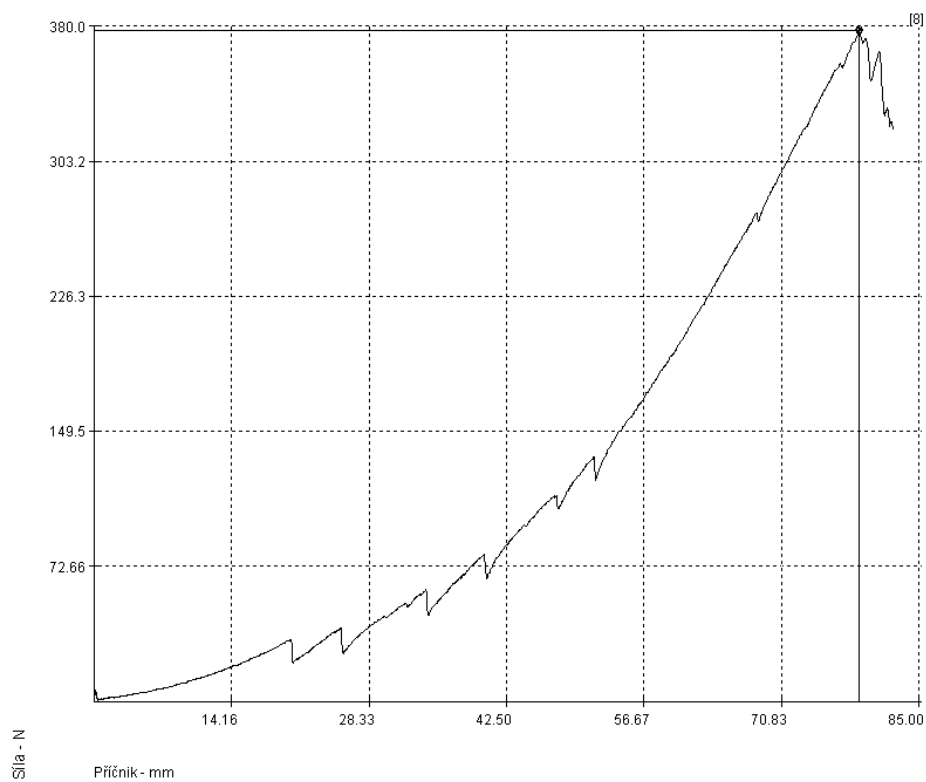


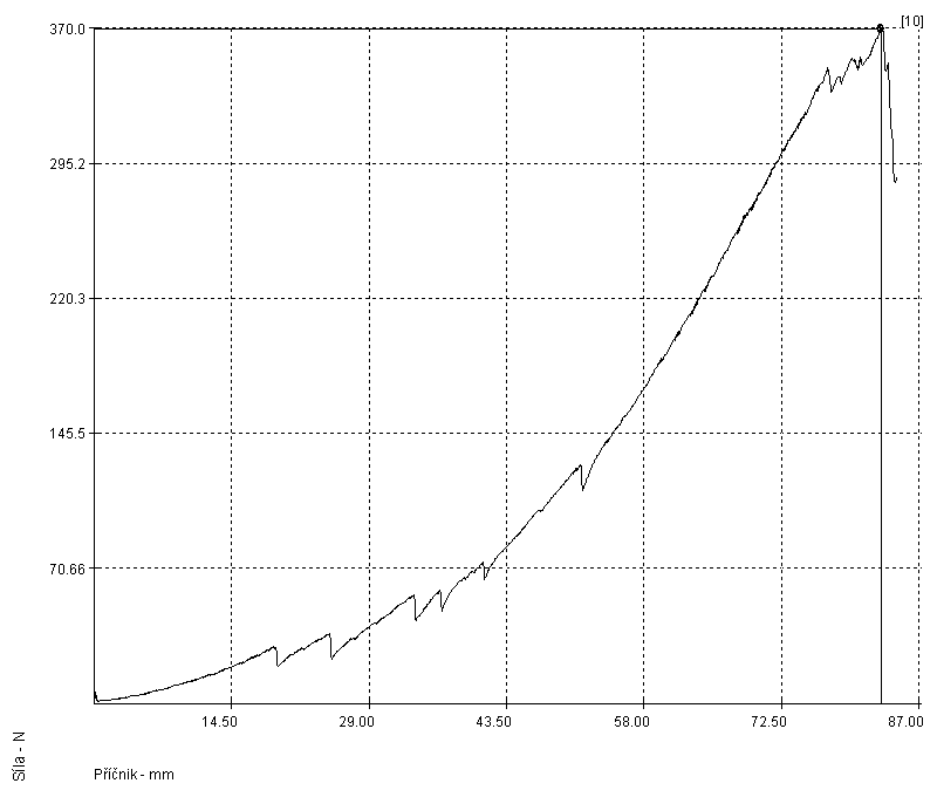




**Grafy pre švy s nit'ou svetlo-zelenej farby - AMANN**

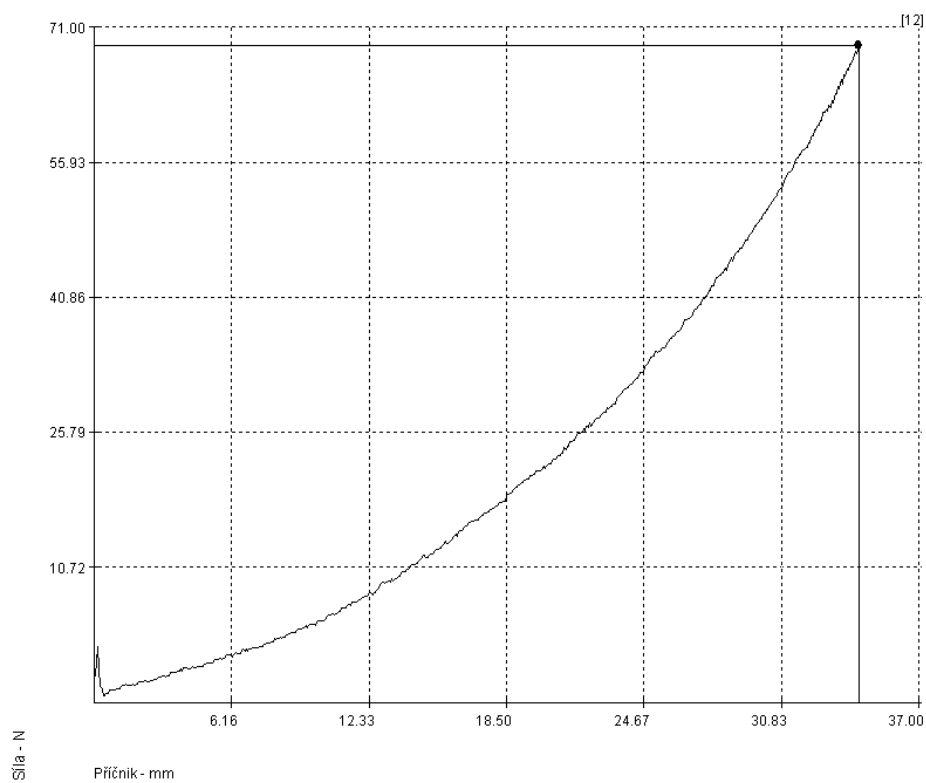
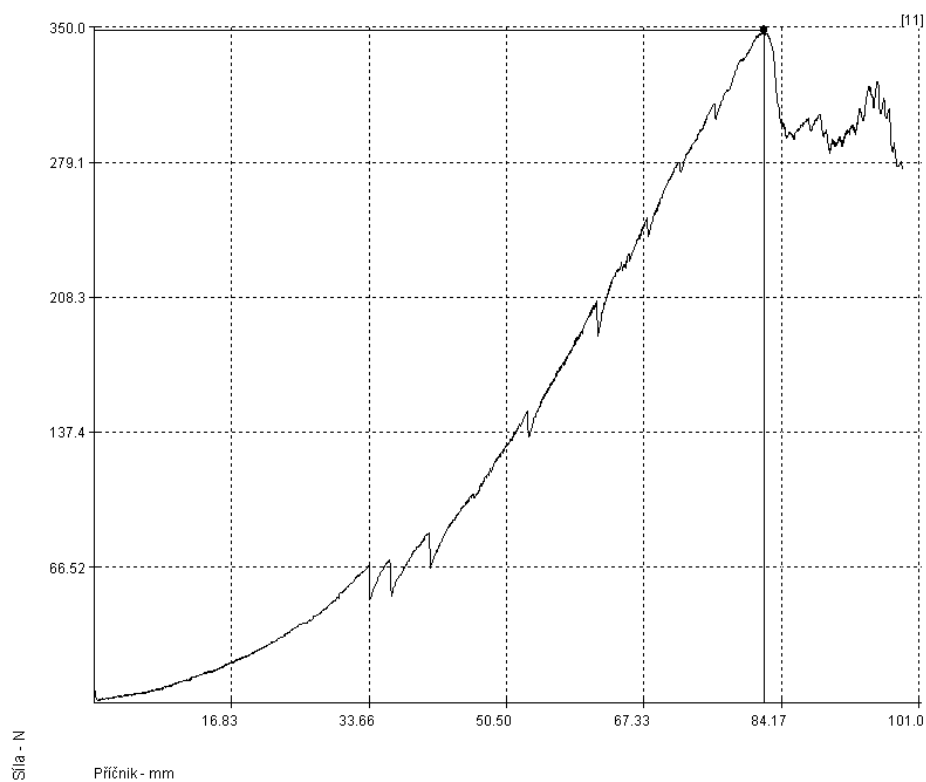


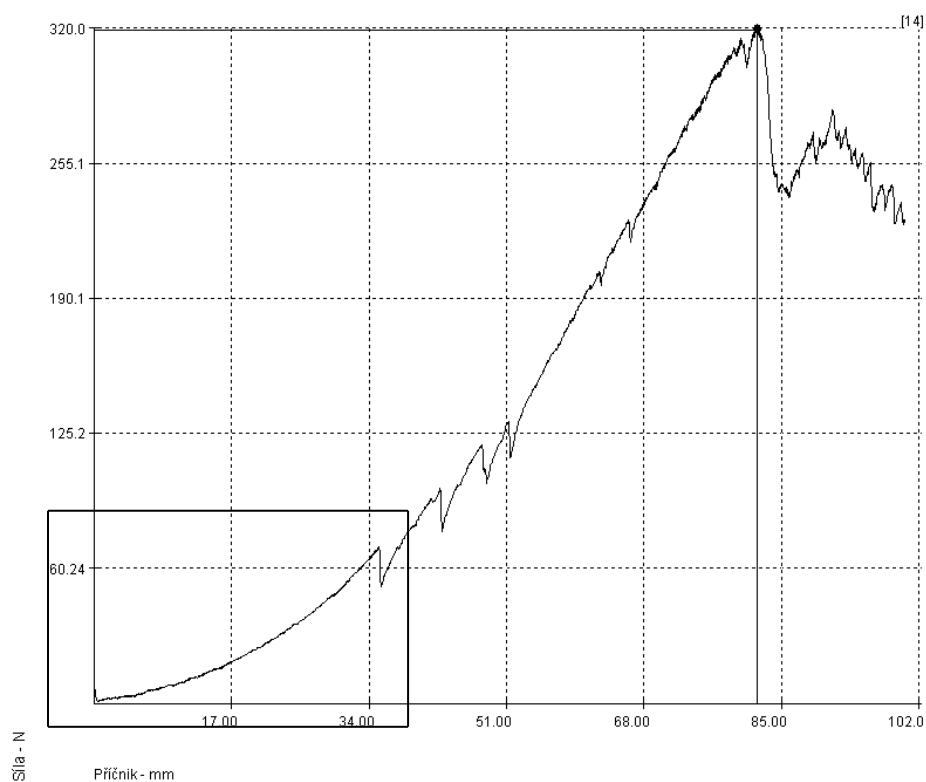
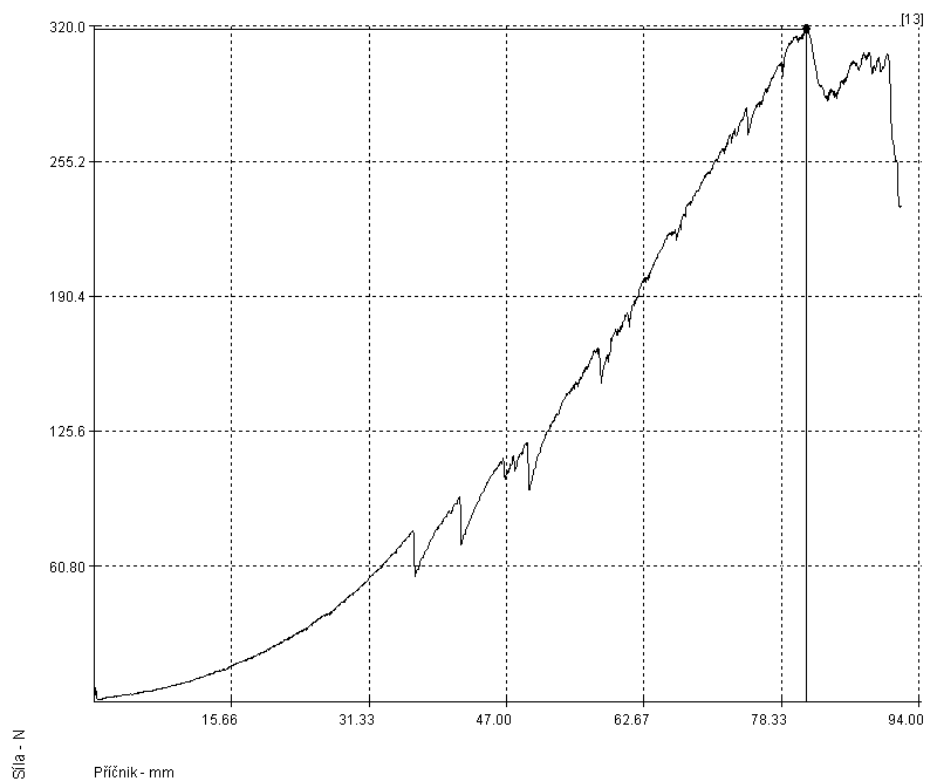


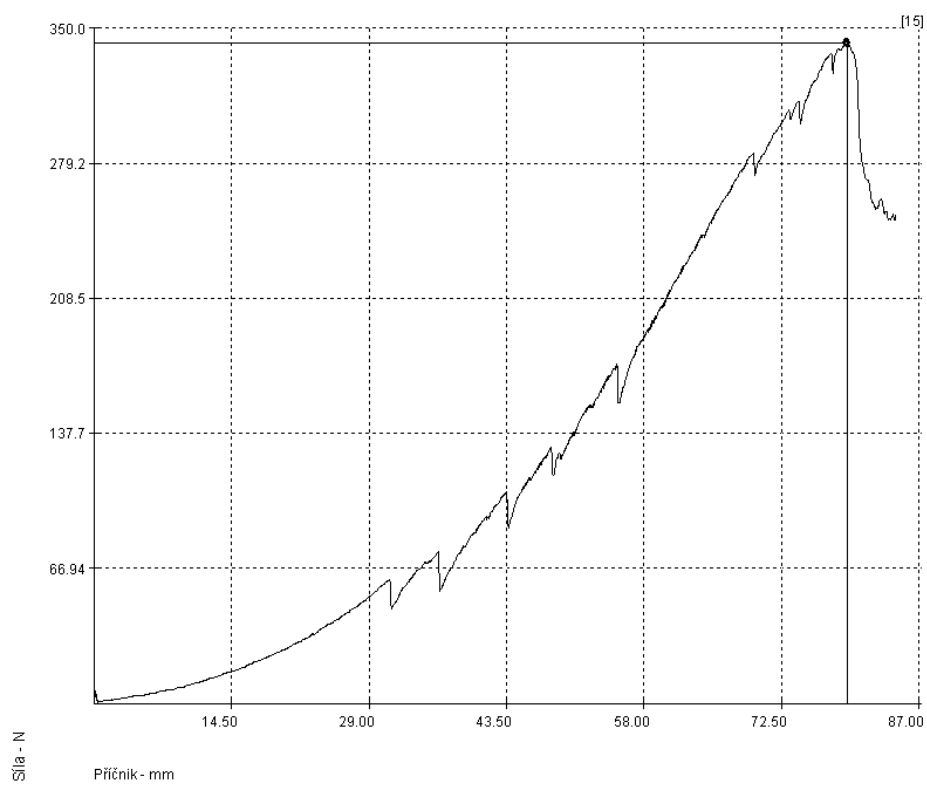




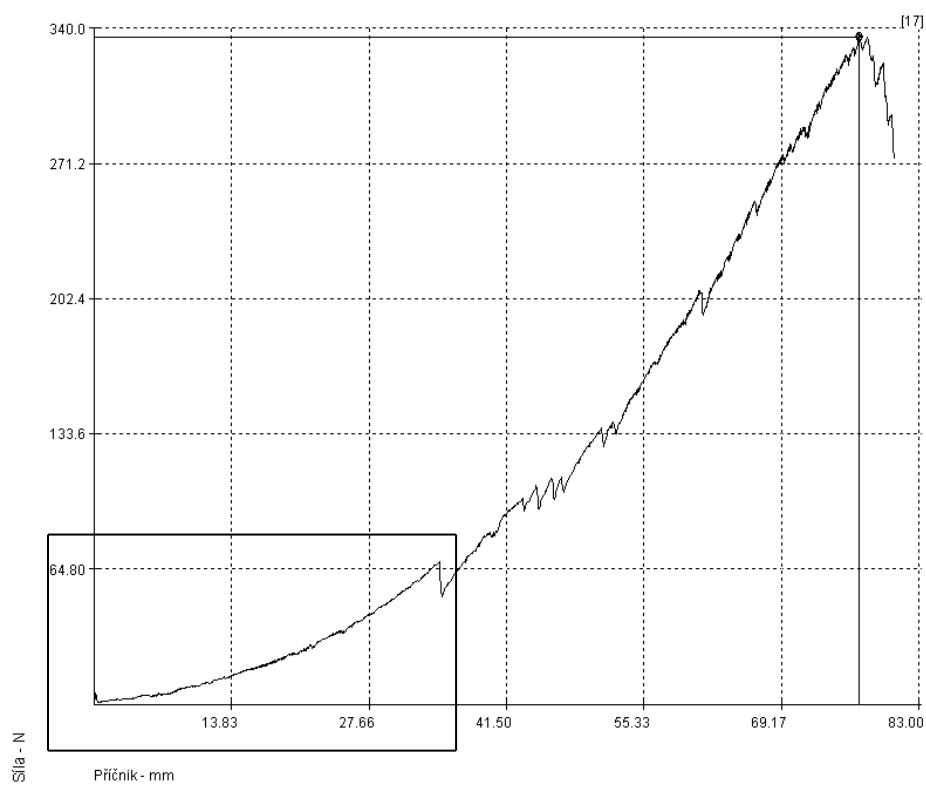
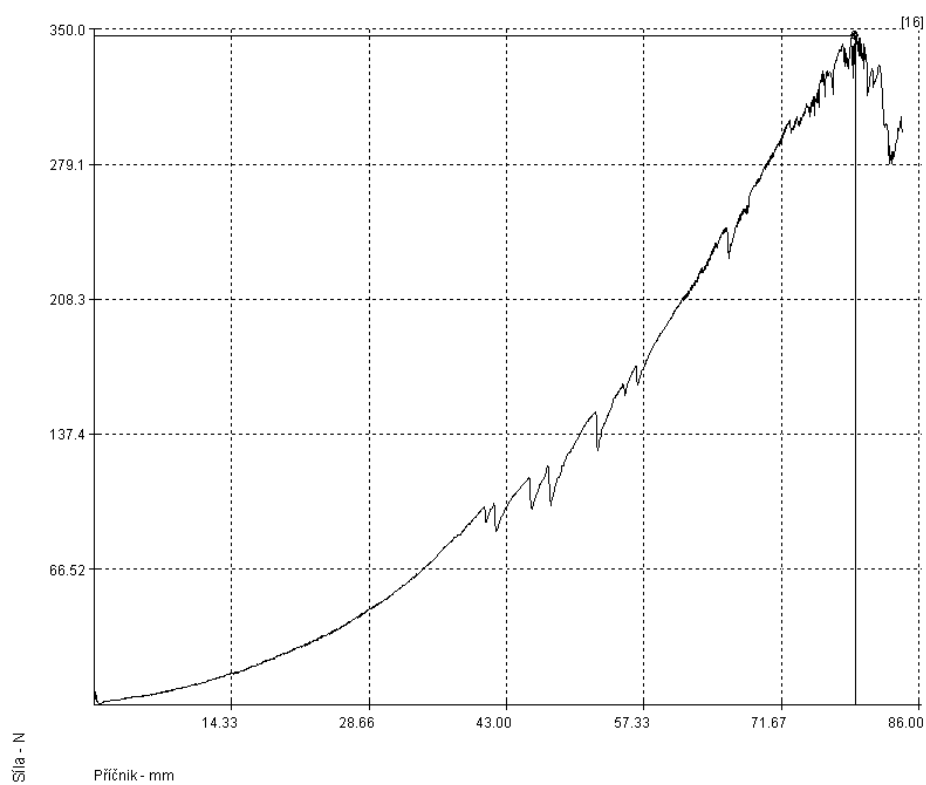
**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-modrej farby - UNIPOLY**

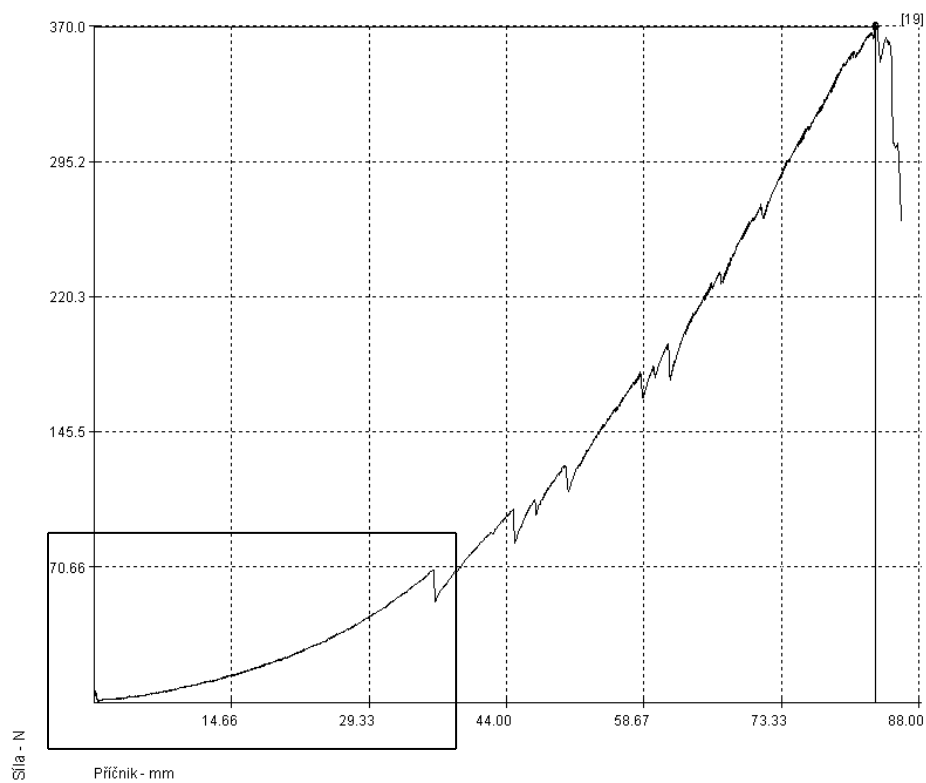
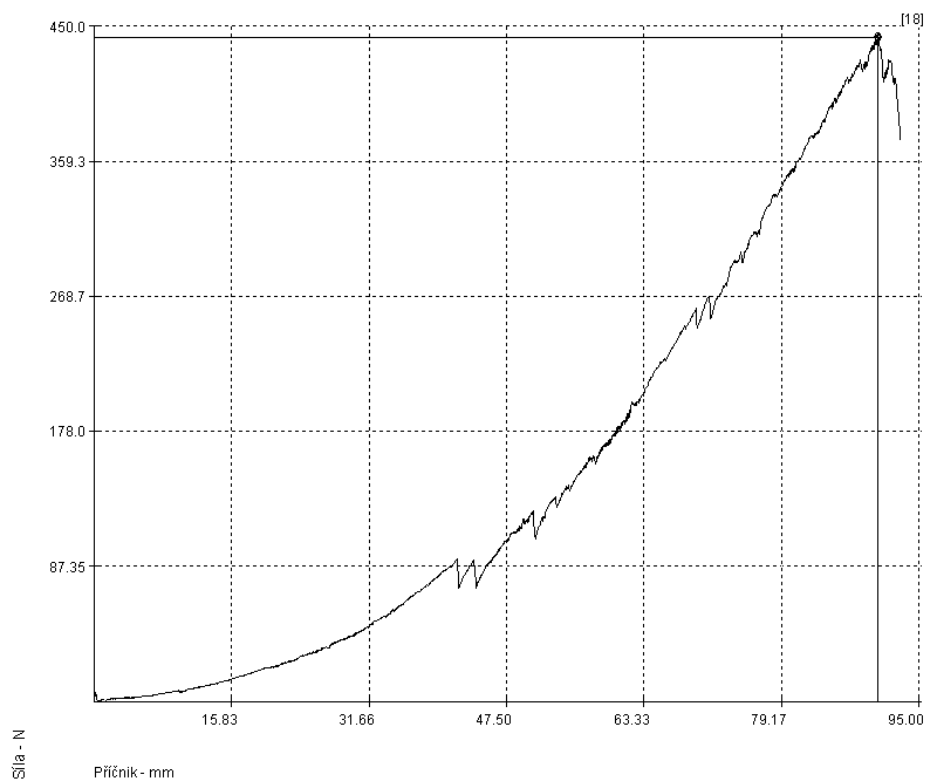


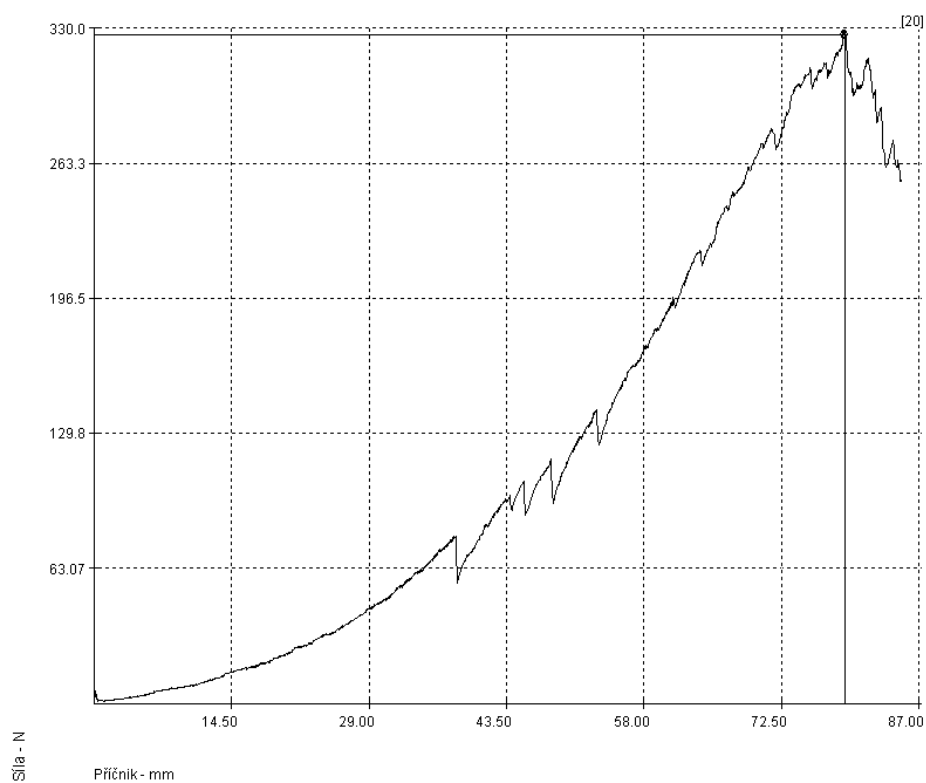




**Grafy pre švy s niťou svetlo-modrej farby - BIEZE  
STORK**

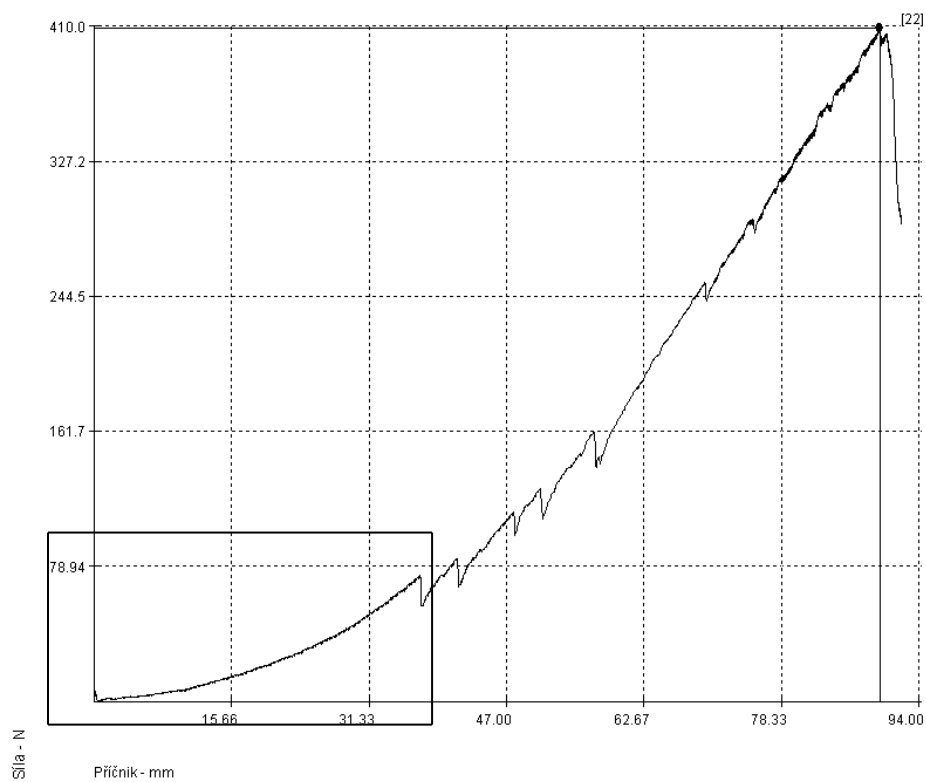
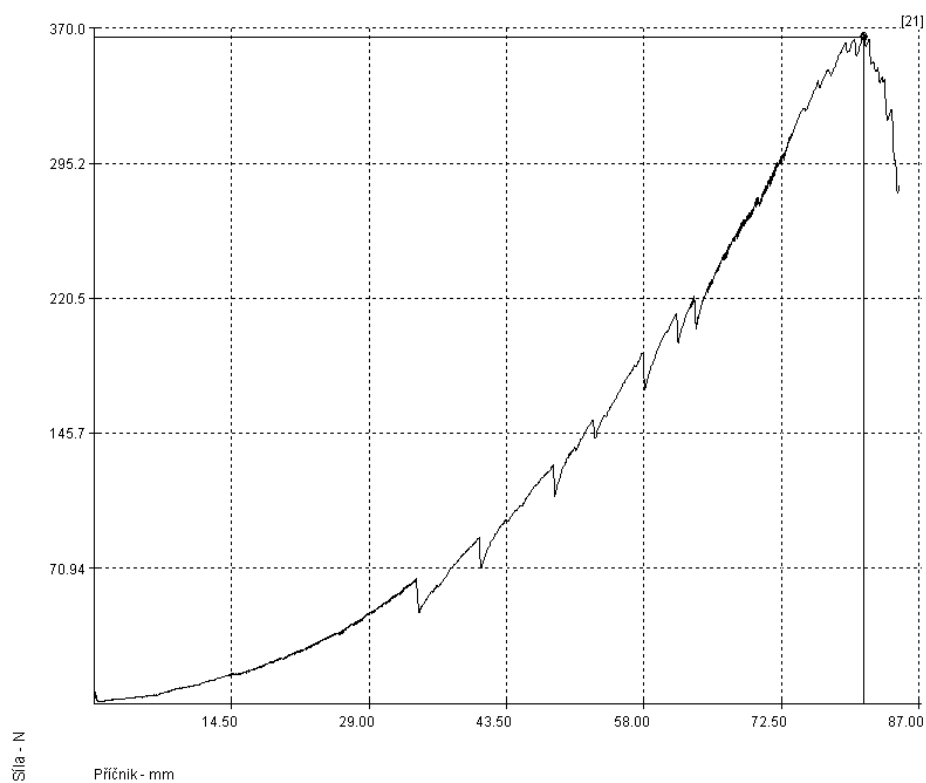


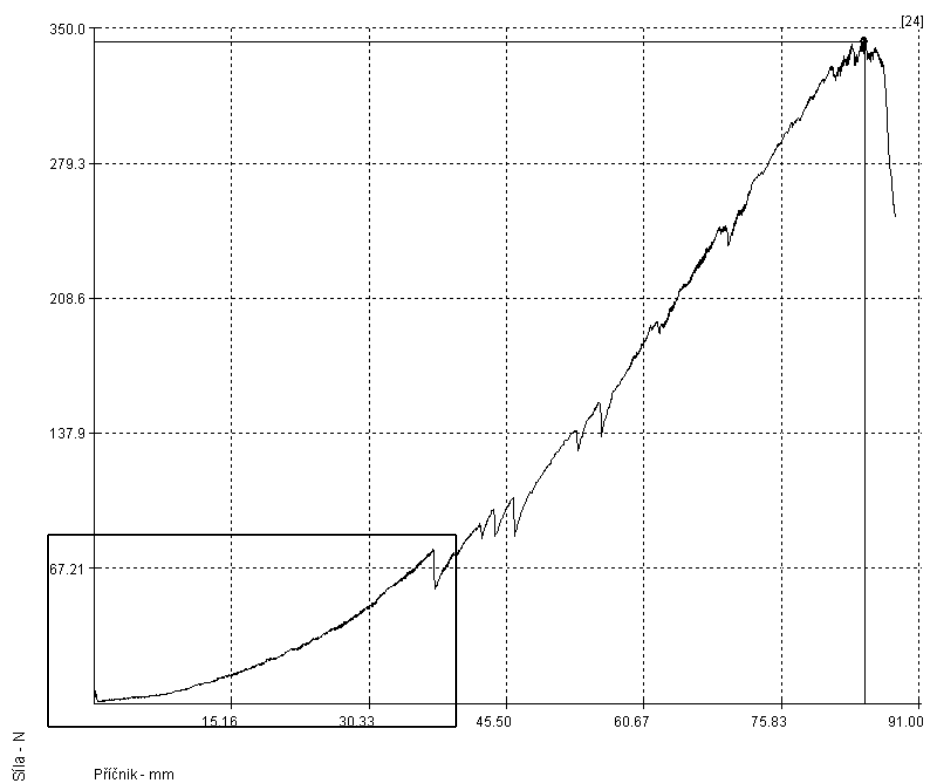
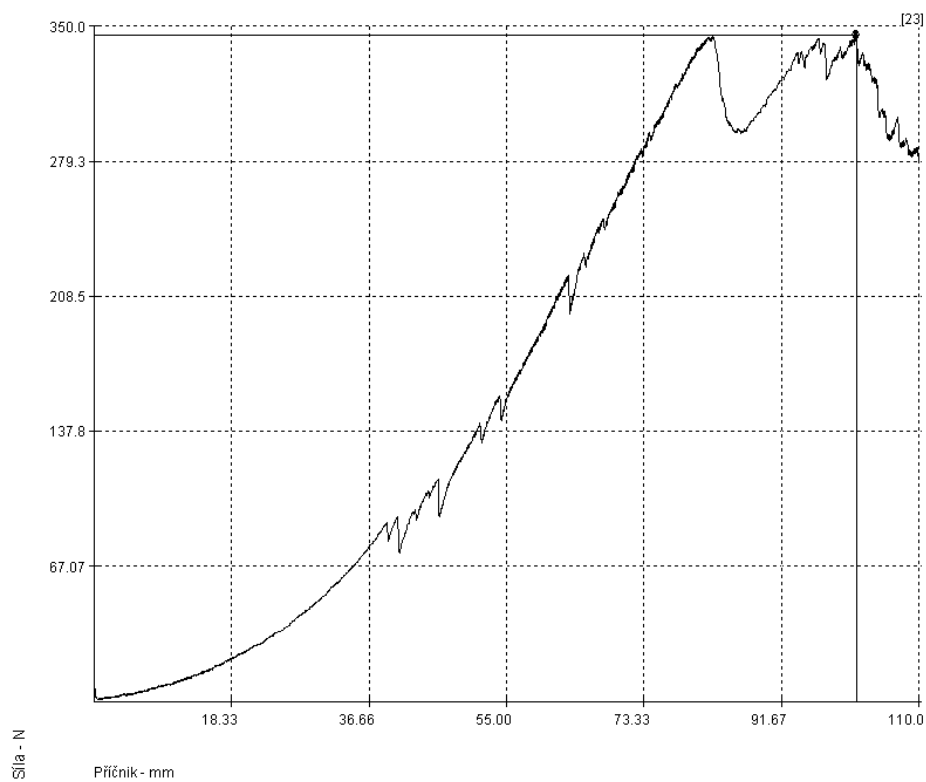


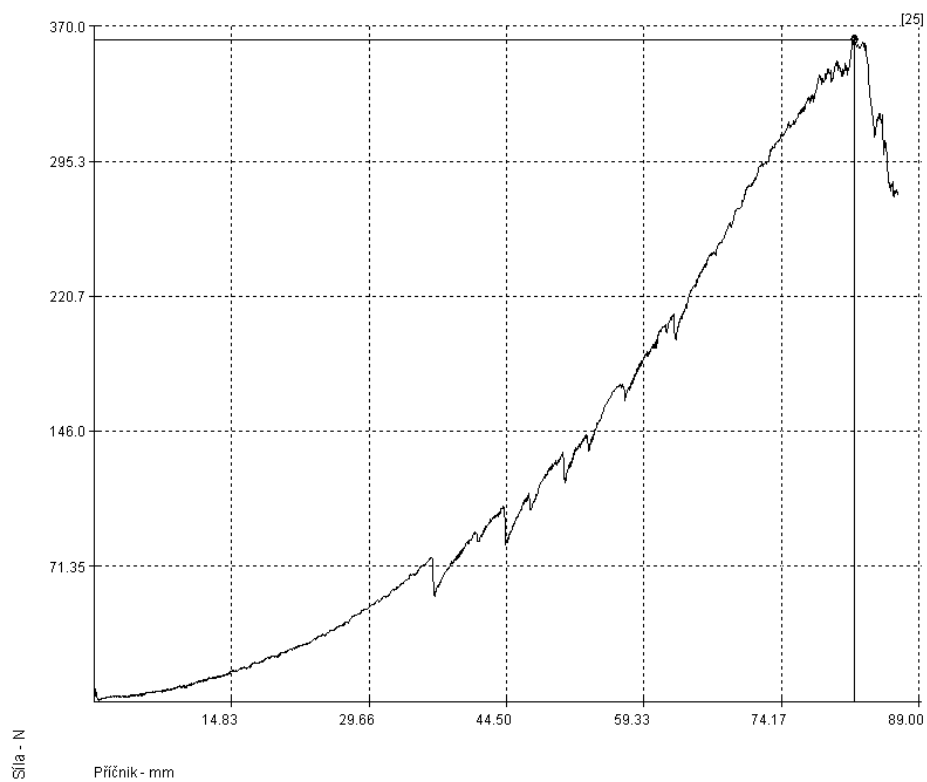




**Grafy pre švy s nit'ou šedej farby - BIEZE STORK**



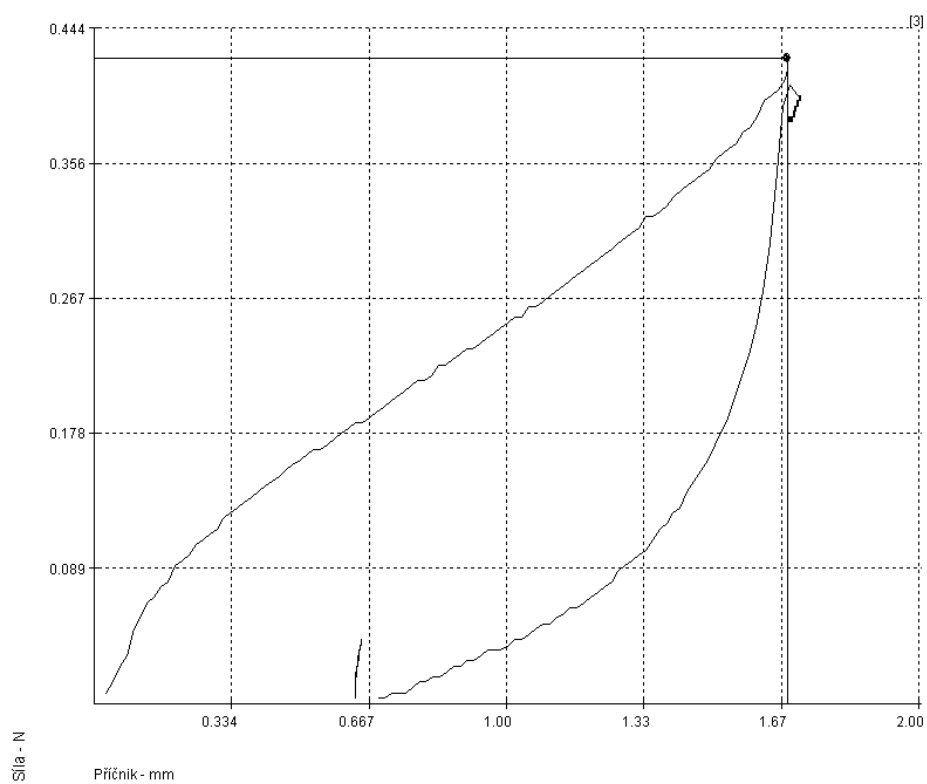
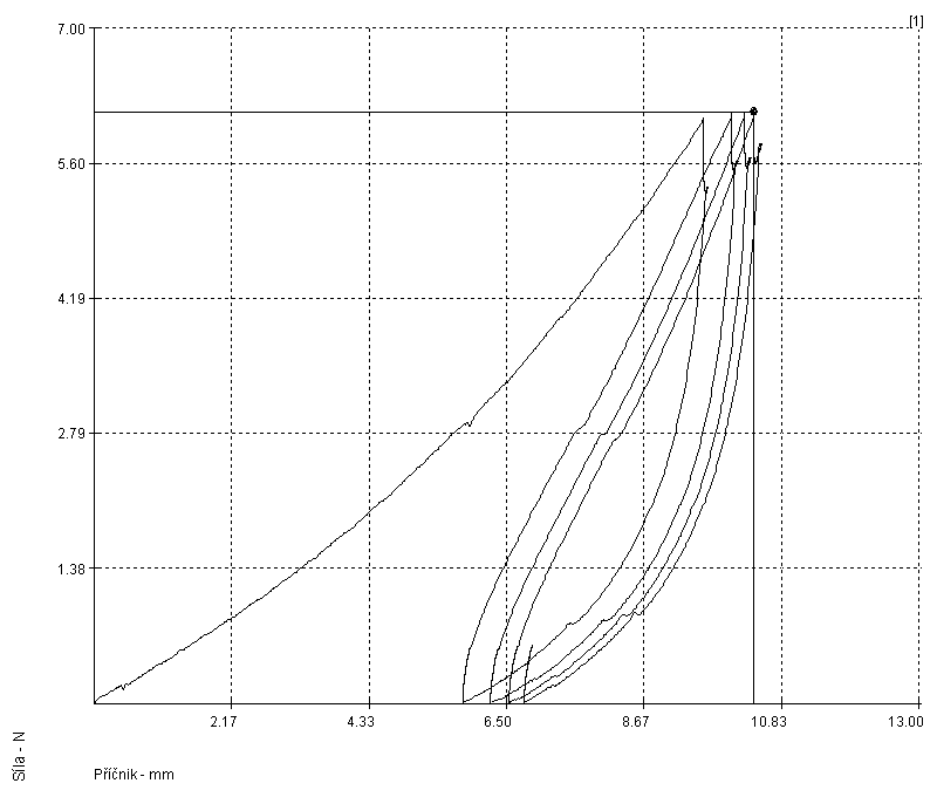


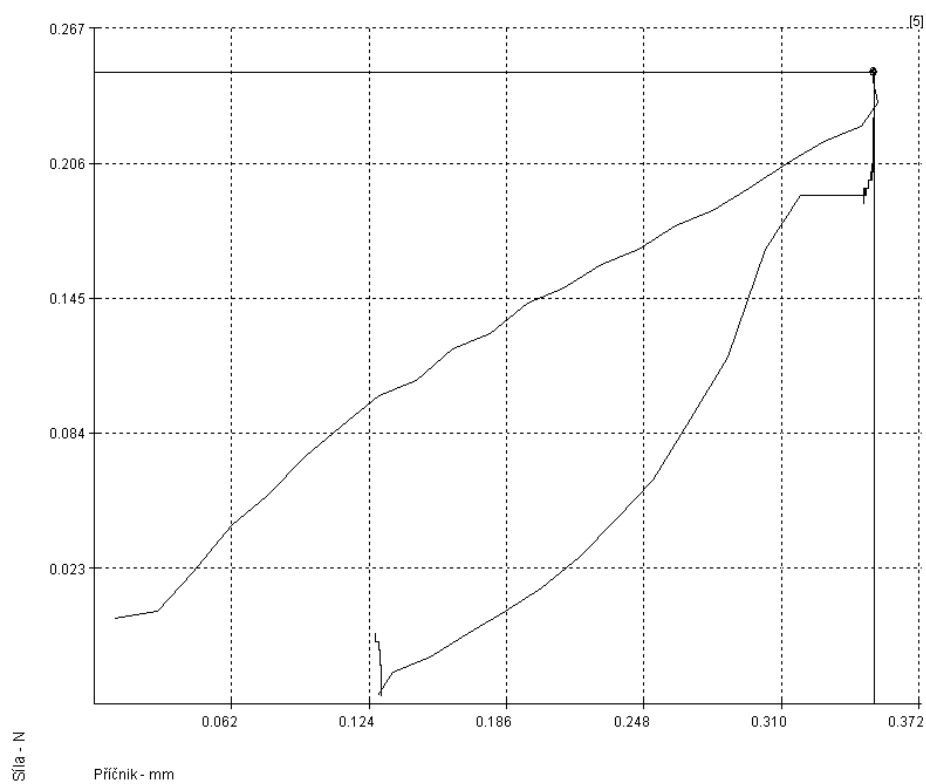
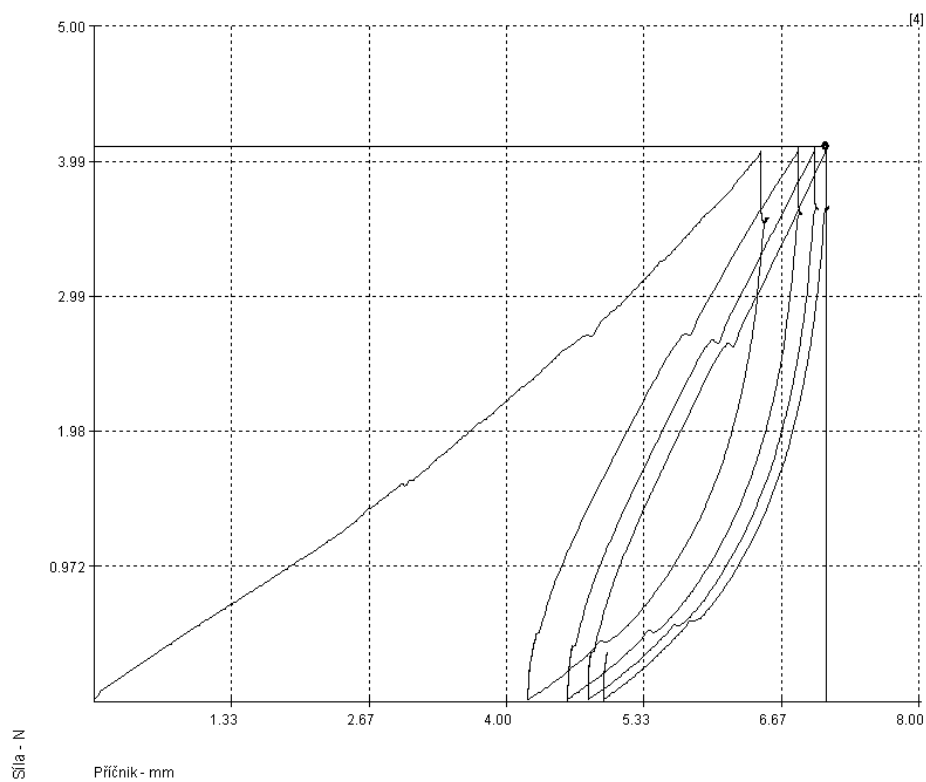


## **Príloha č. 6**

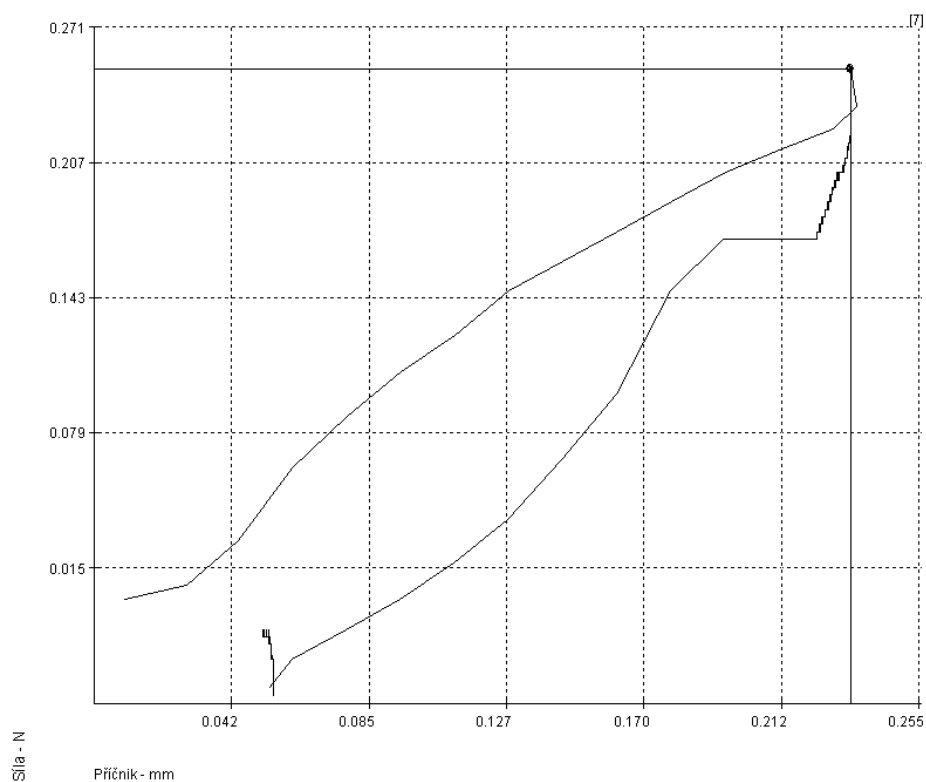
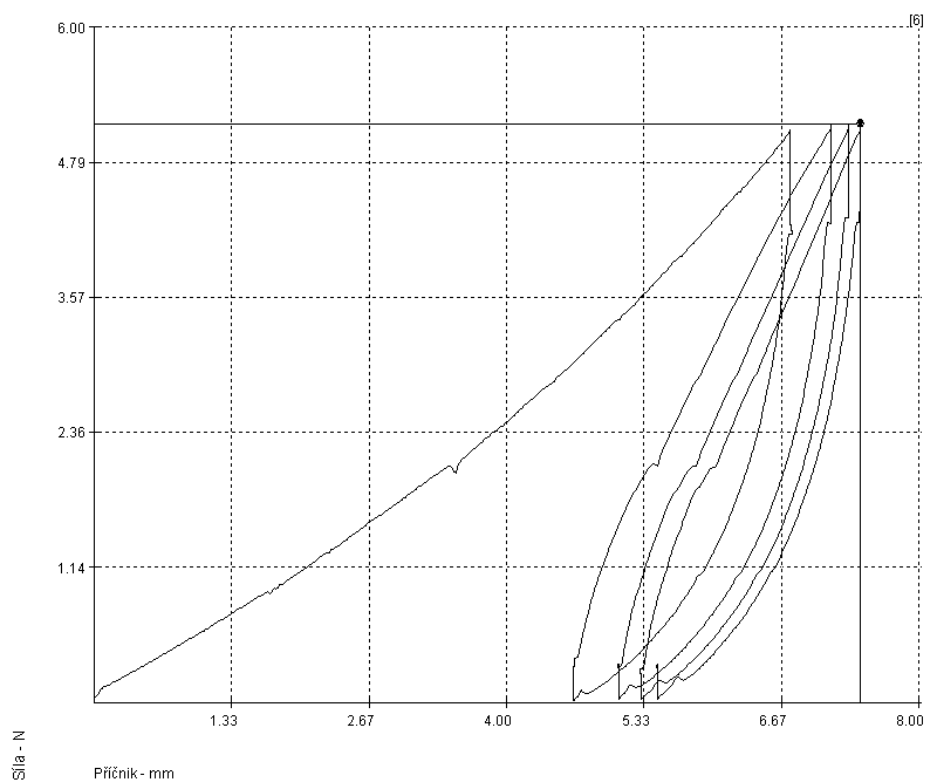
**Vygenerované grafy cyklického namáhania švov  
s viazaným stehom pre jednotlivé nite**

**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-zelenej farby – AMANN**

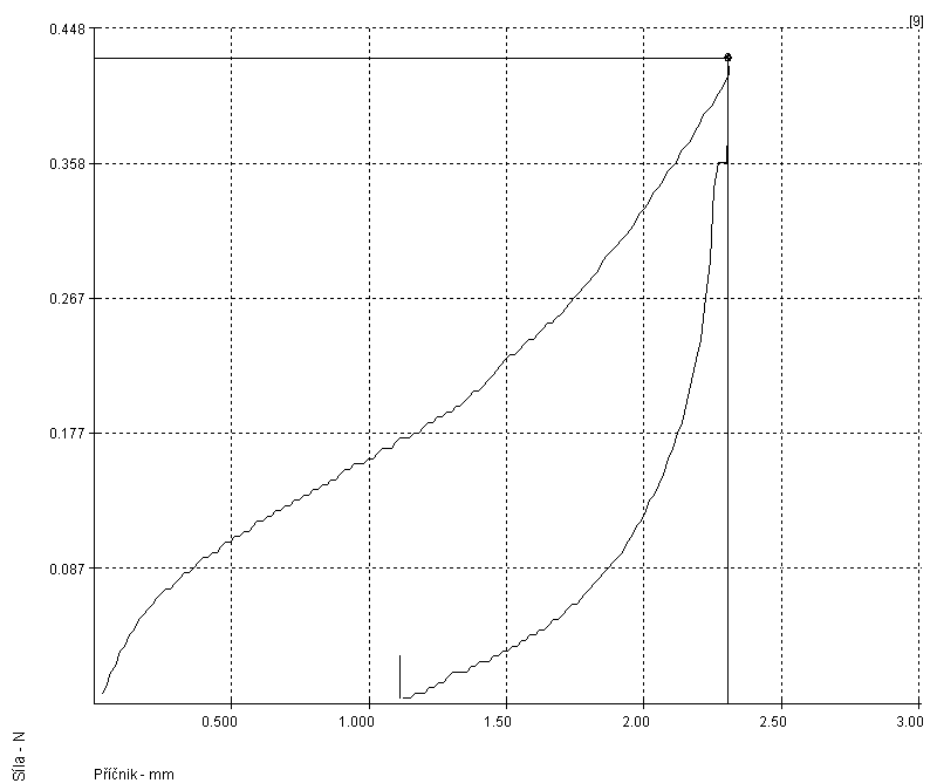
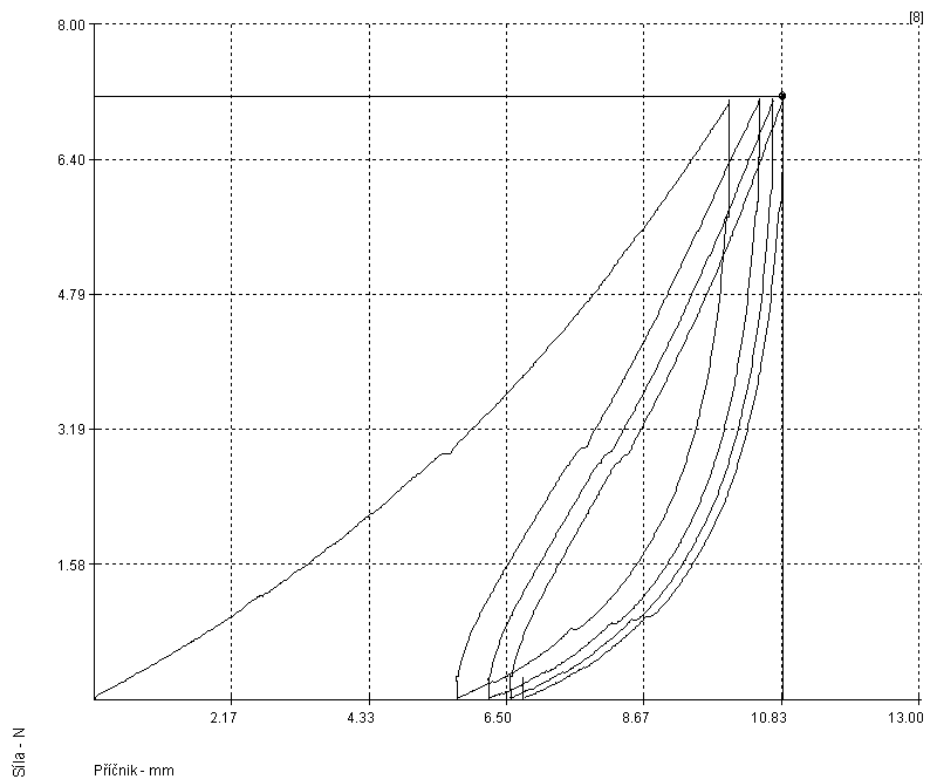


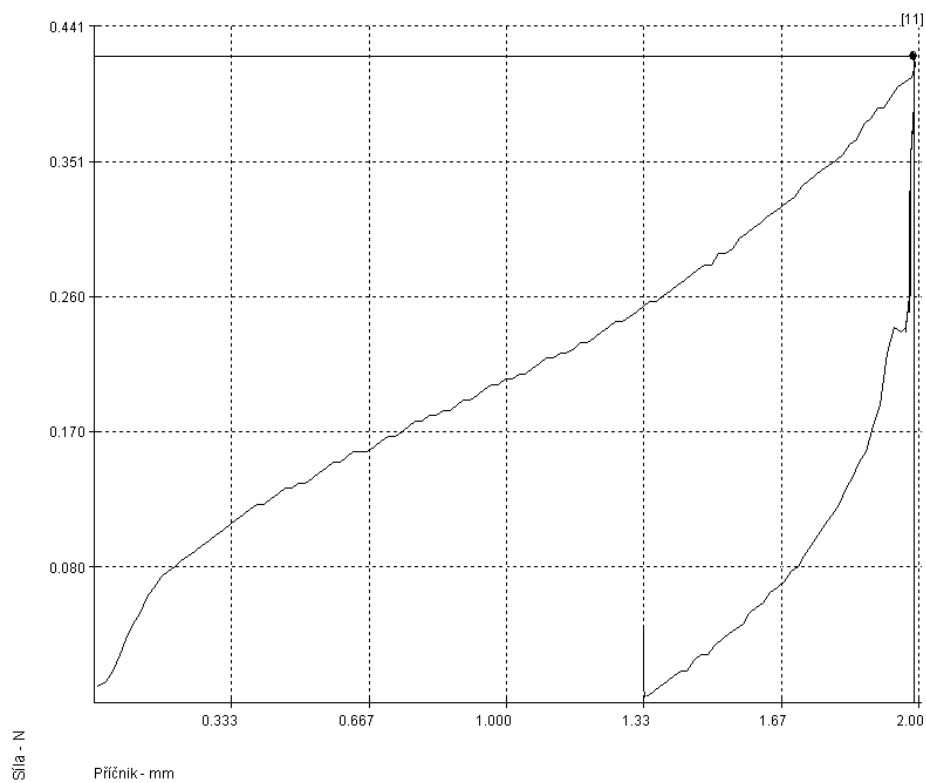
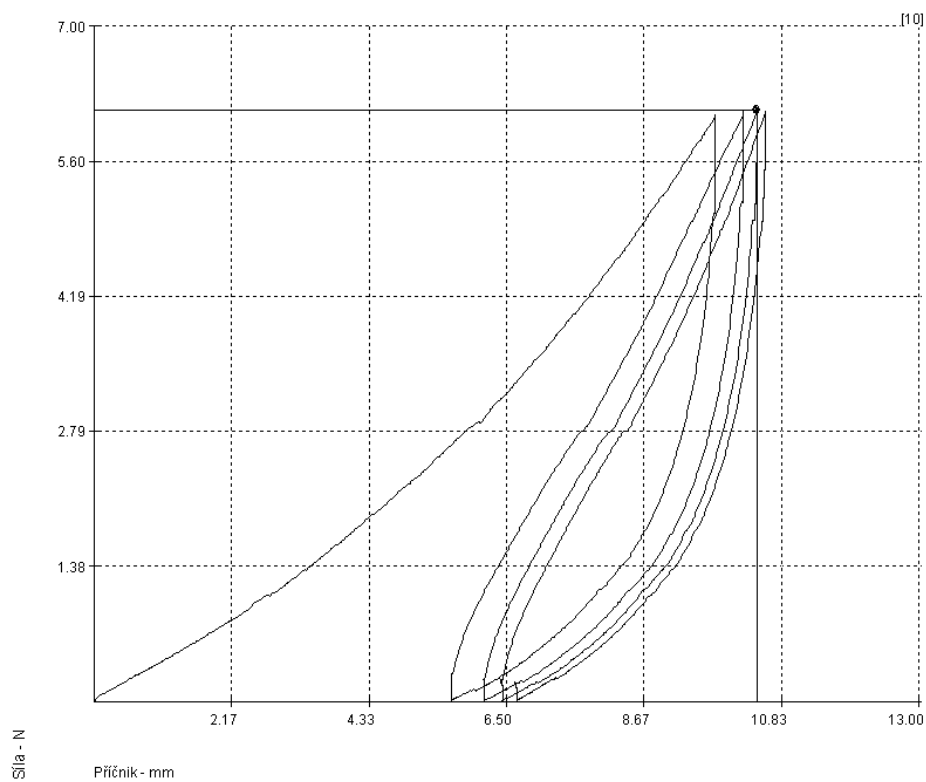


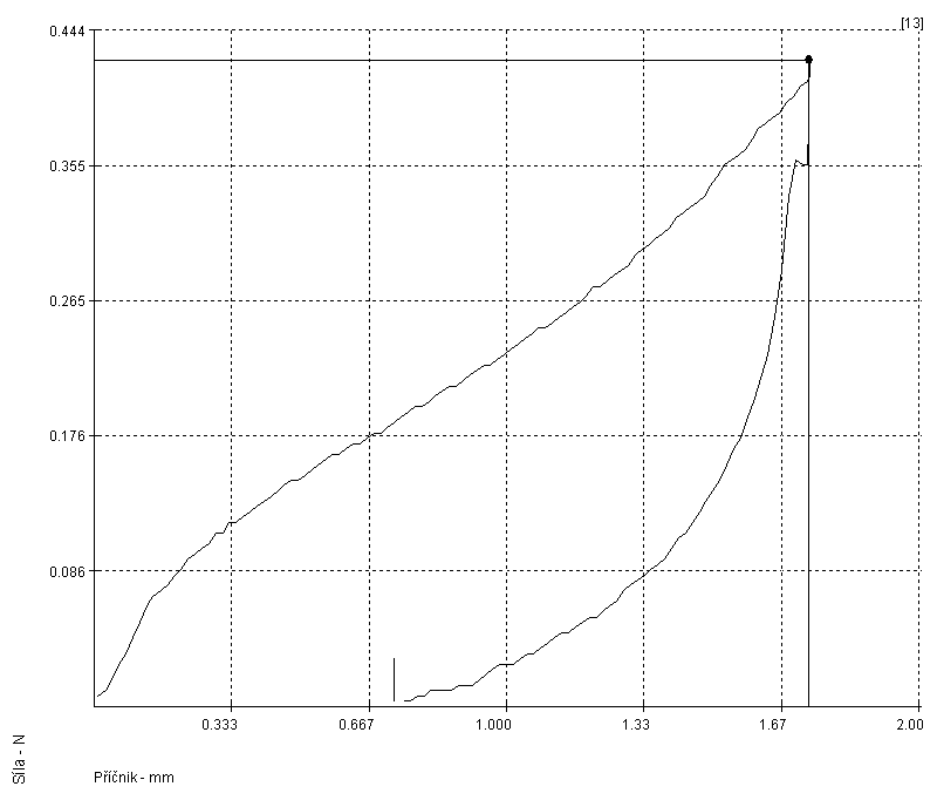
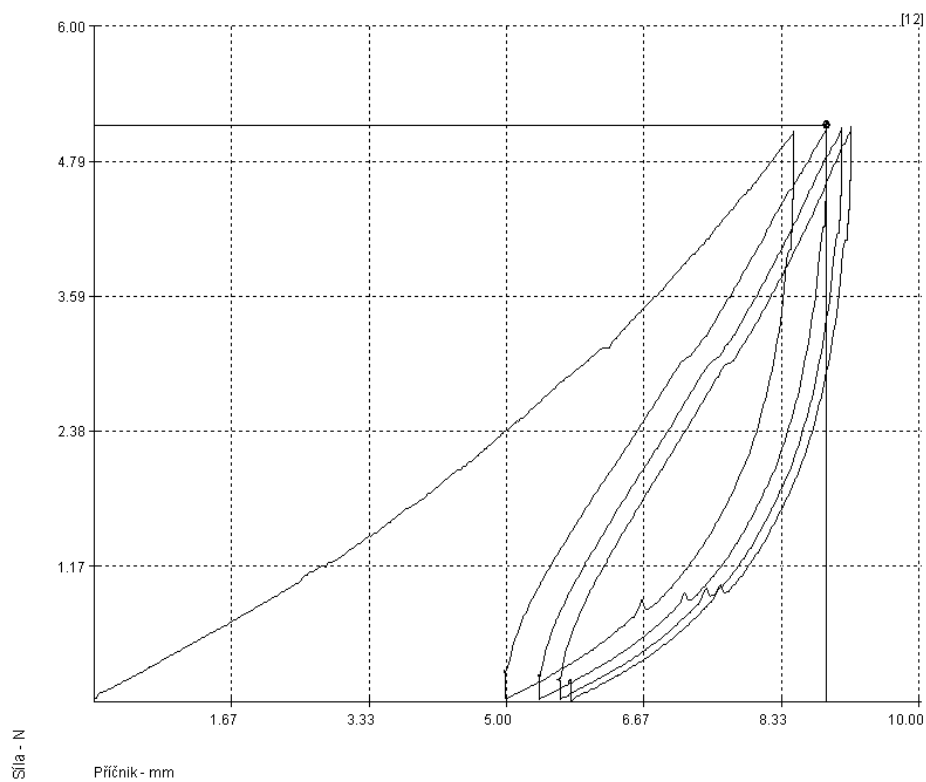




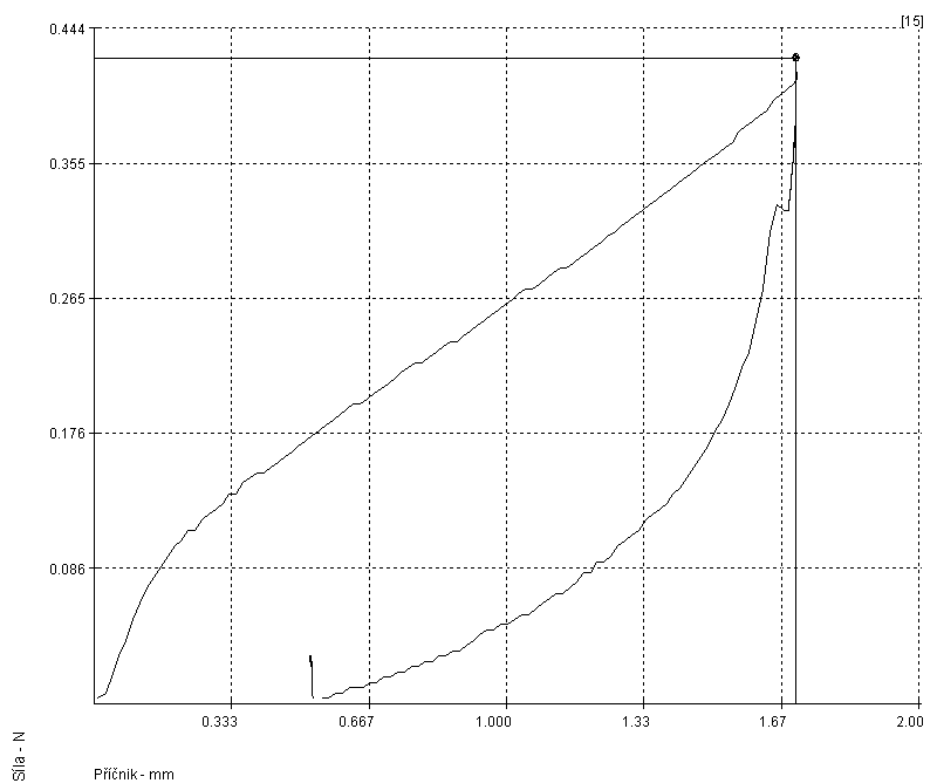
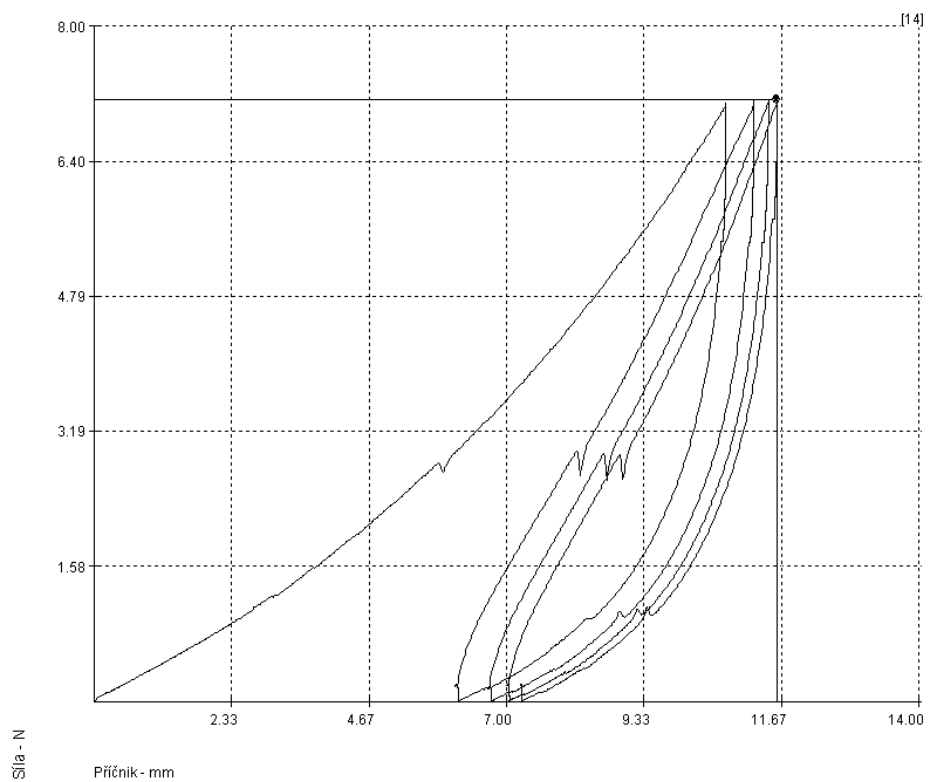
**Grafy pre švy s nit'ou svetlo-zelenej farby - AMANN**

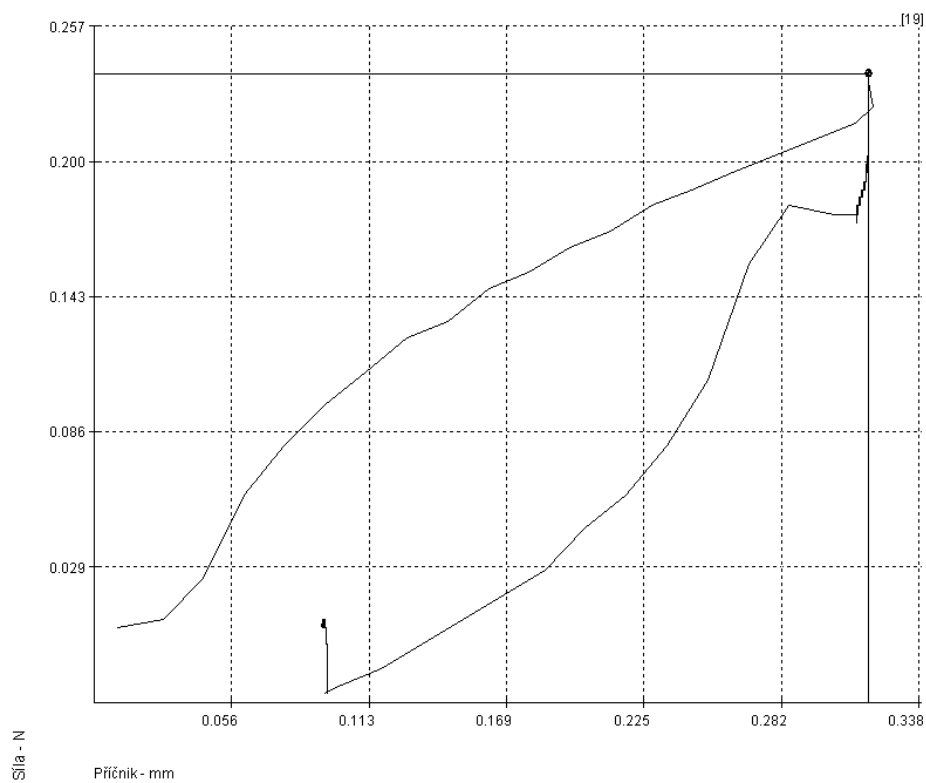
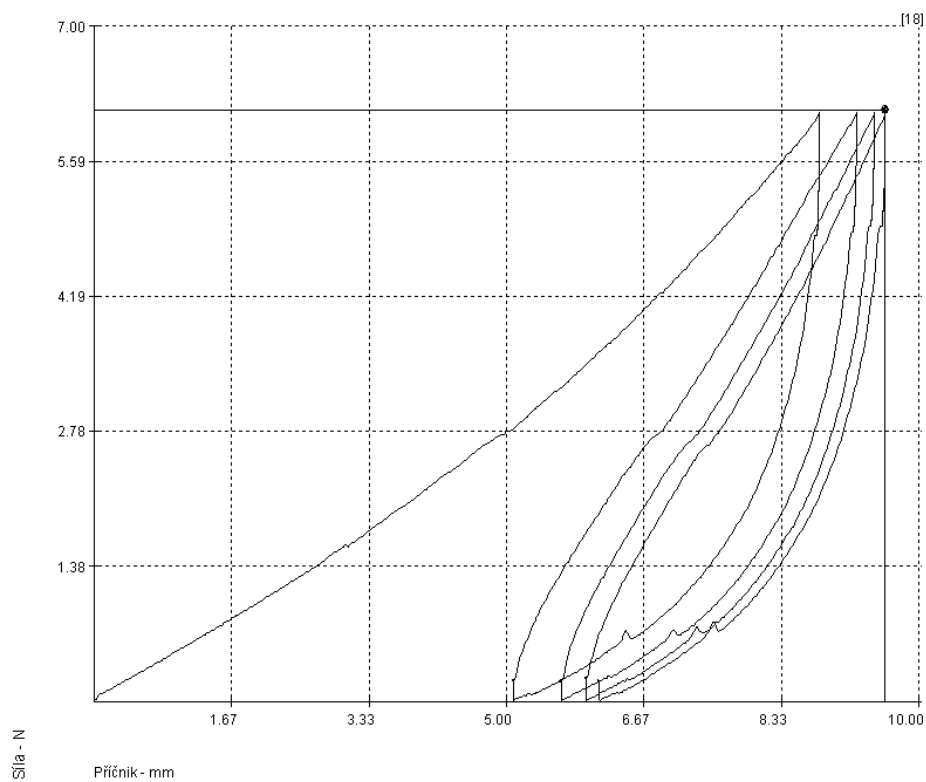




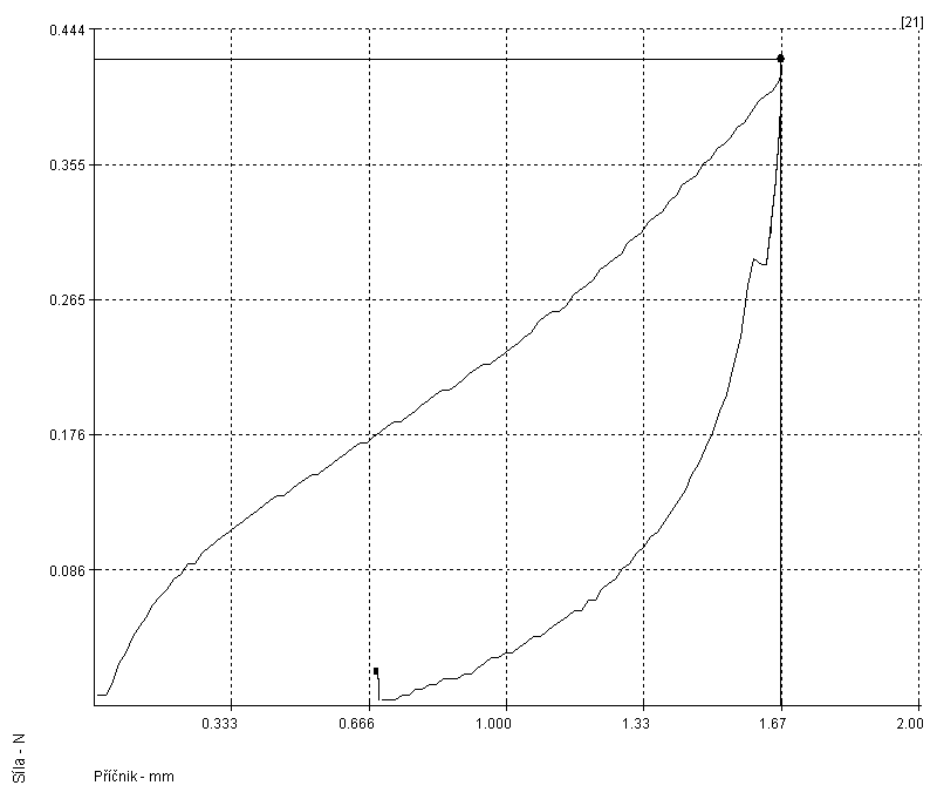
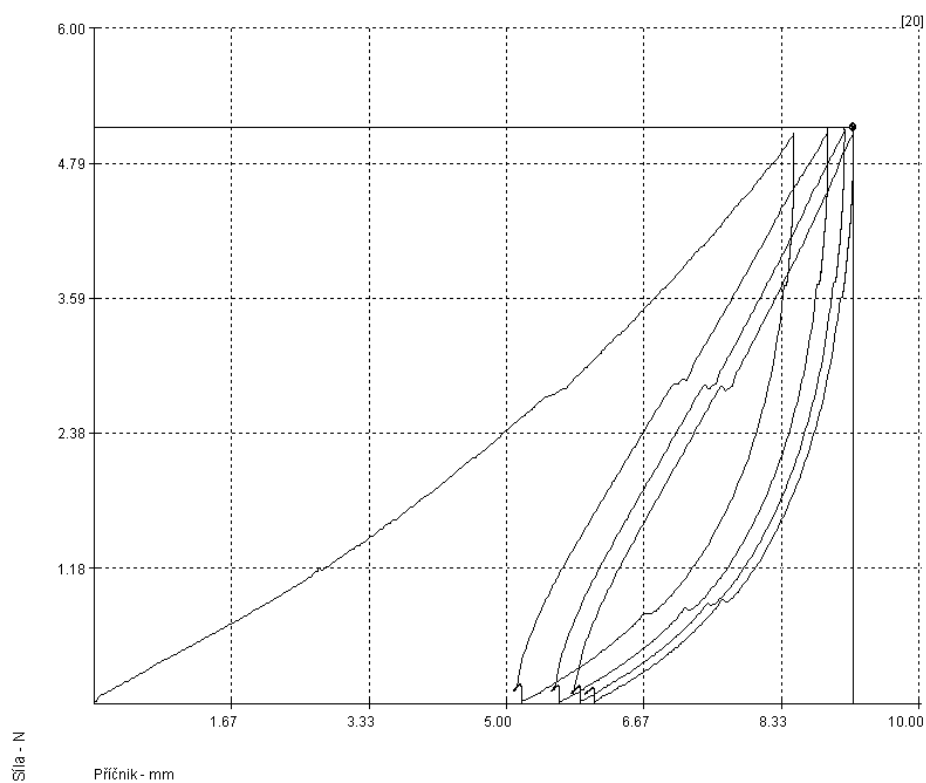


**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-modrej farby - UNIPOLY**

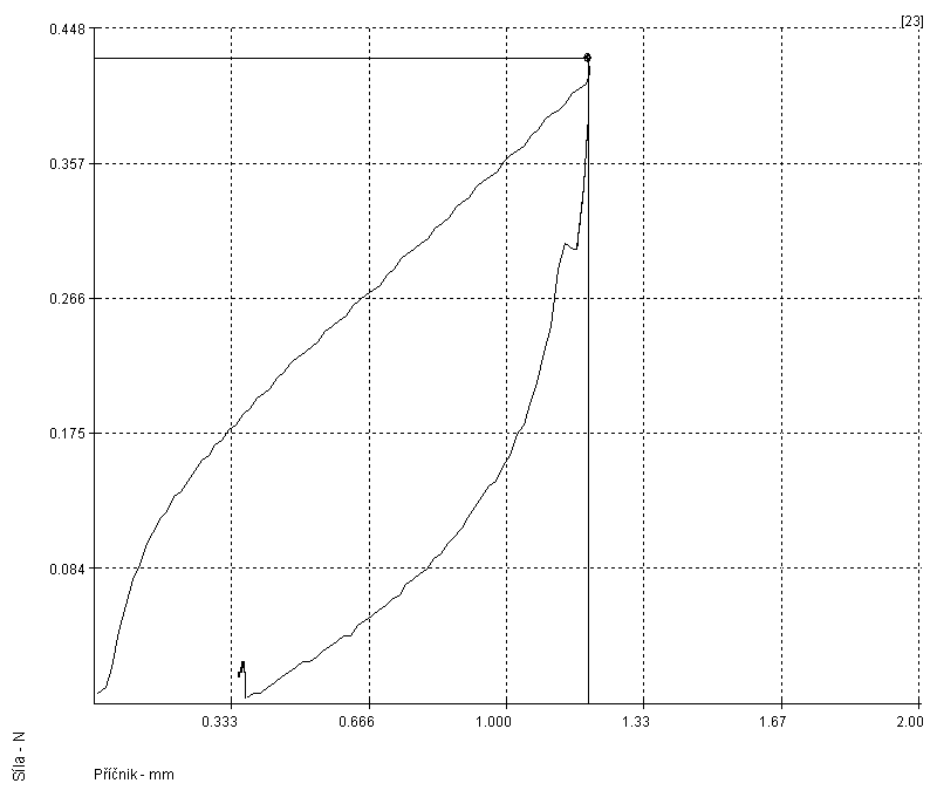
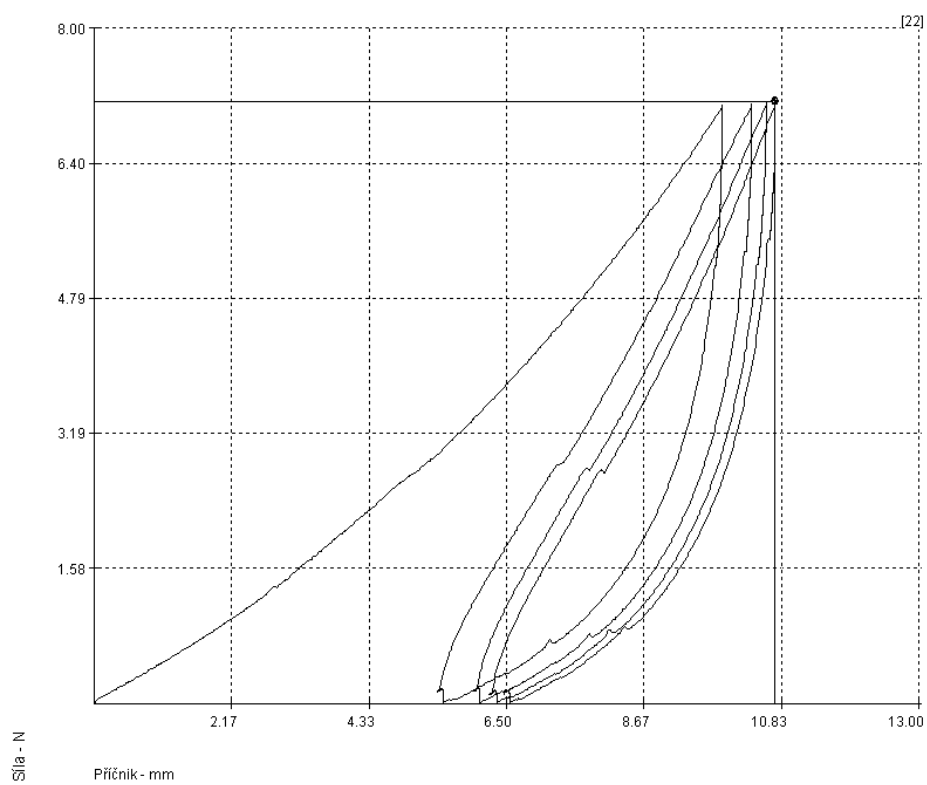


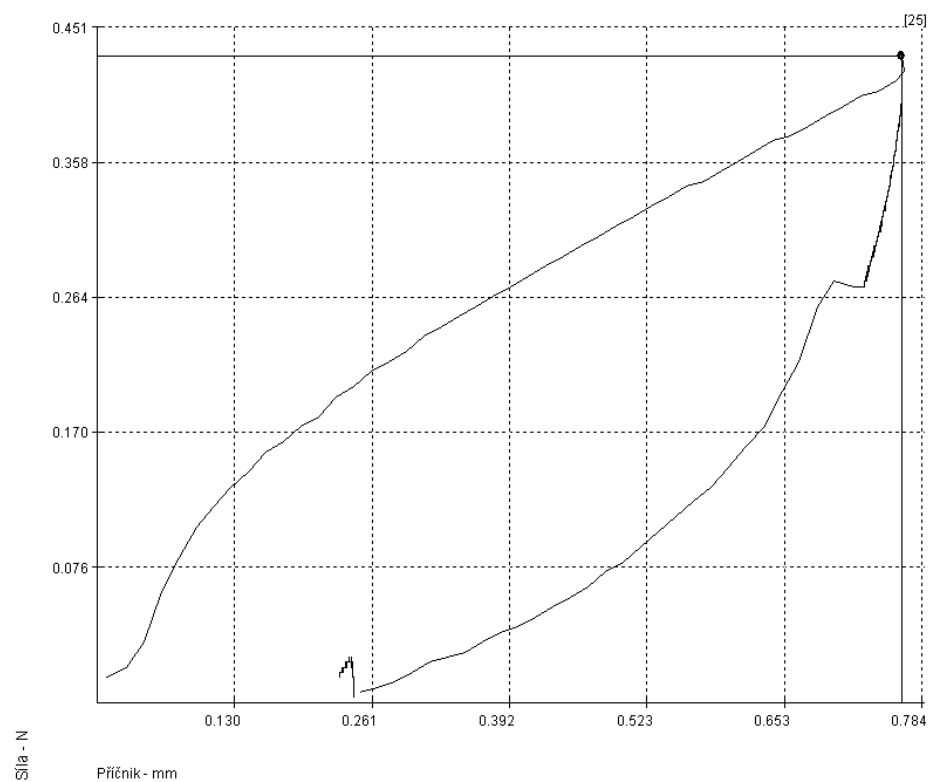
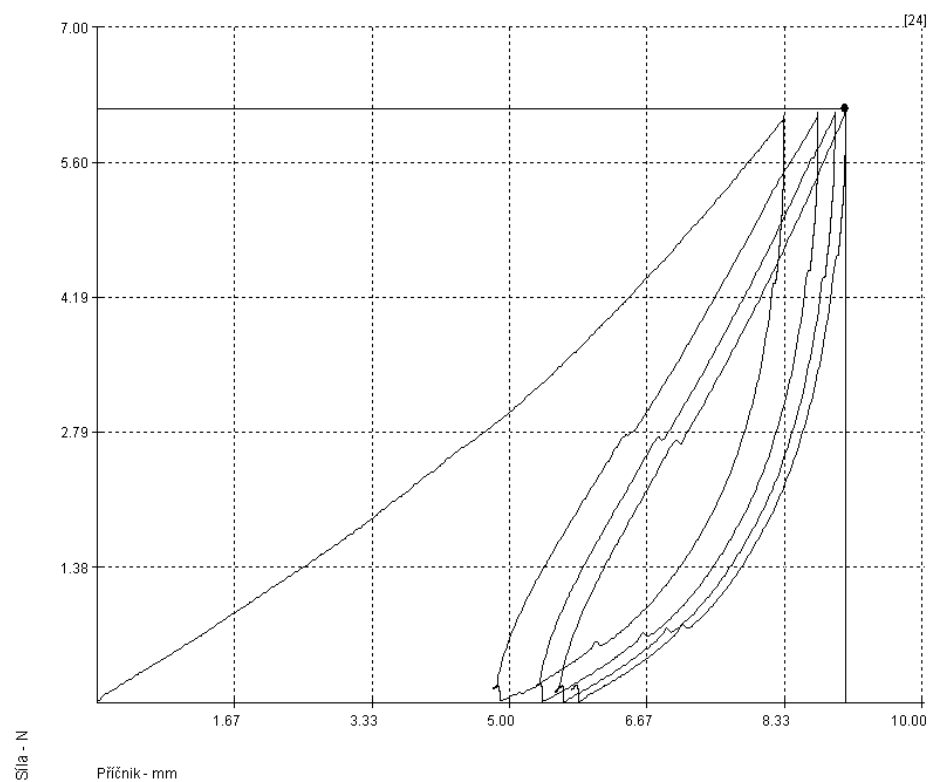


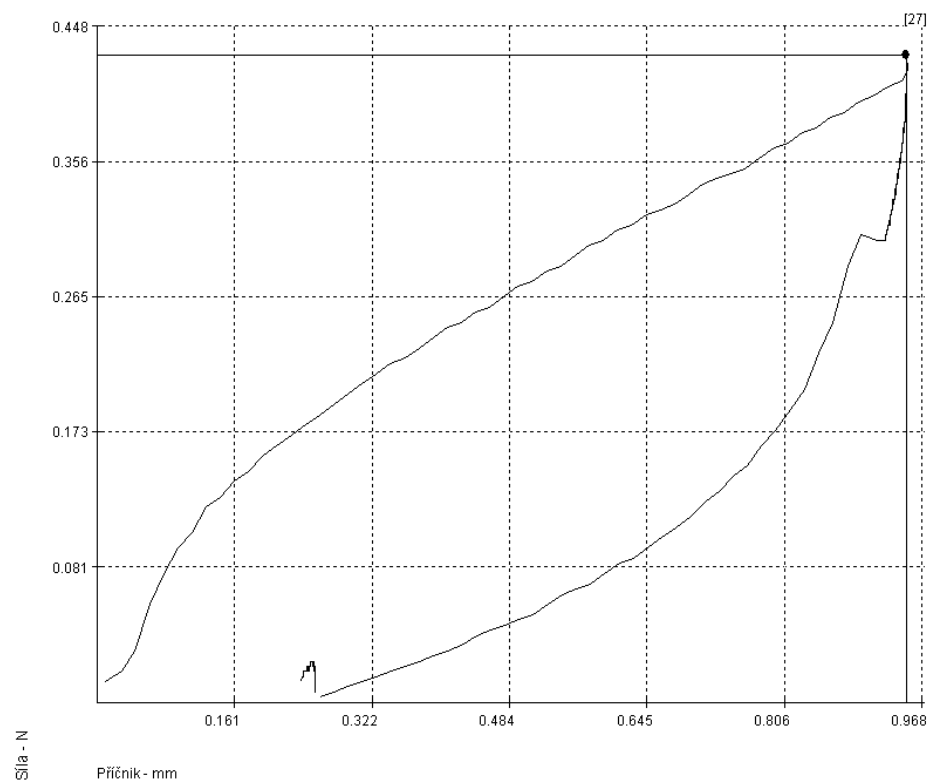
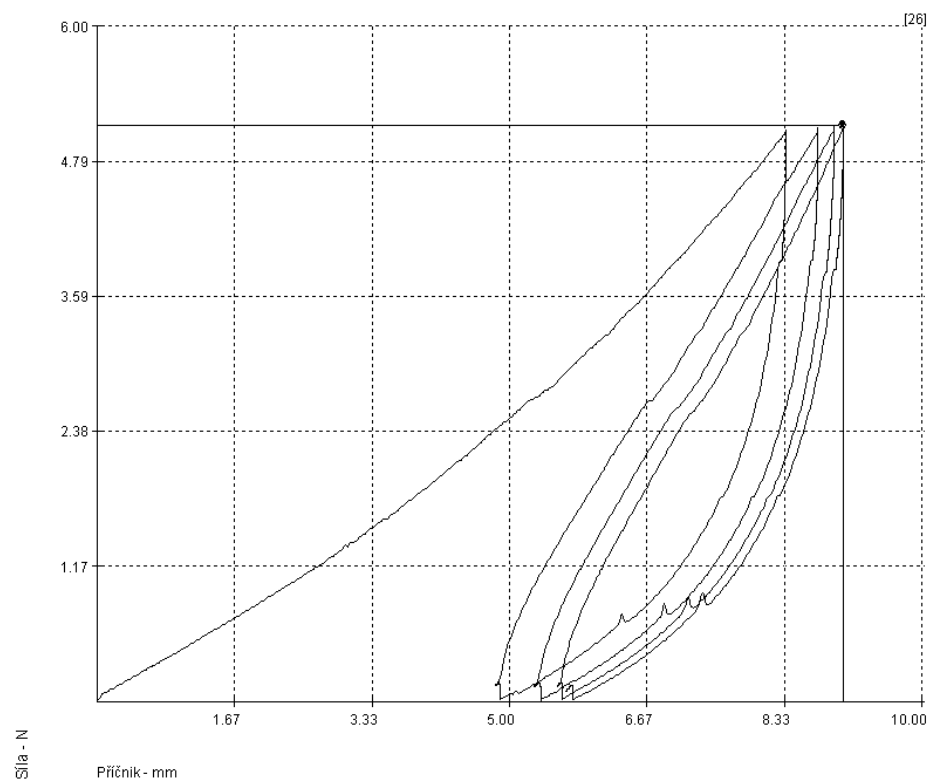




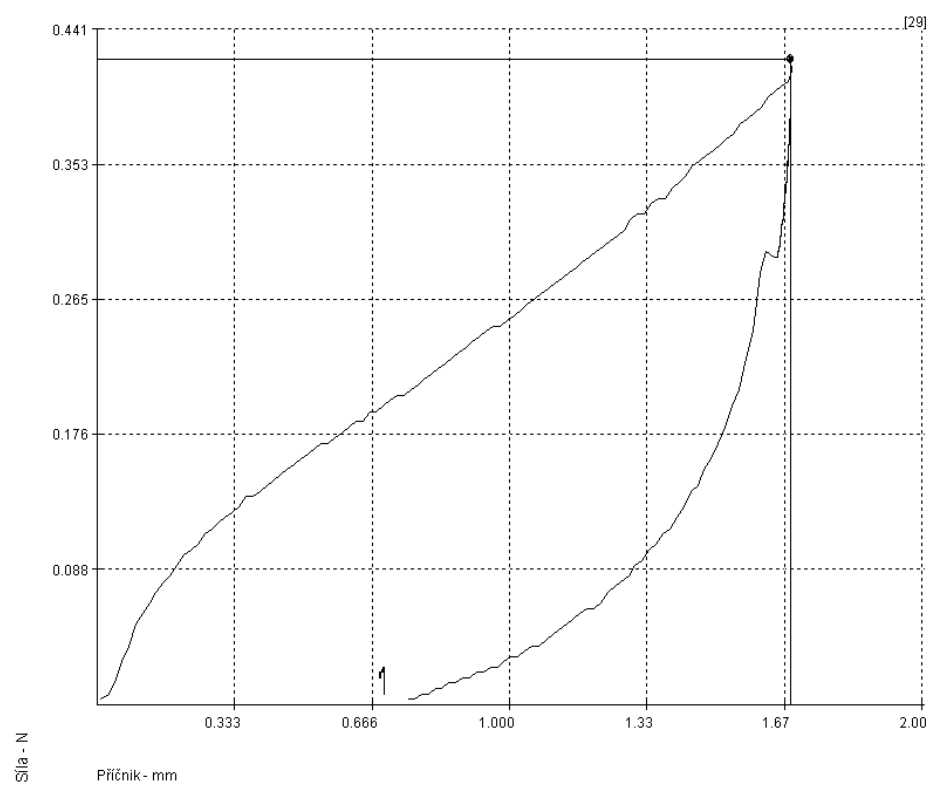
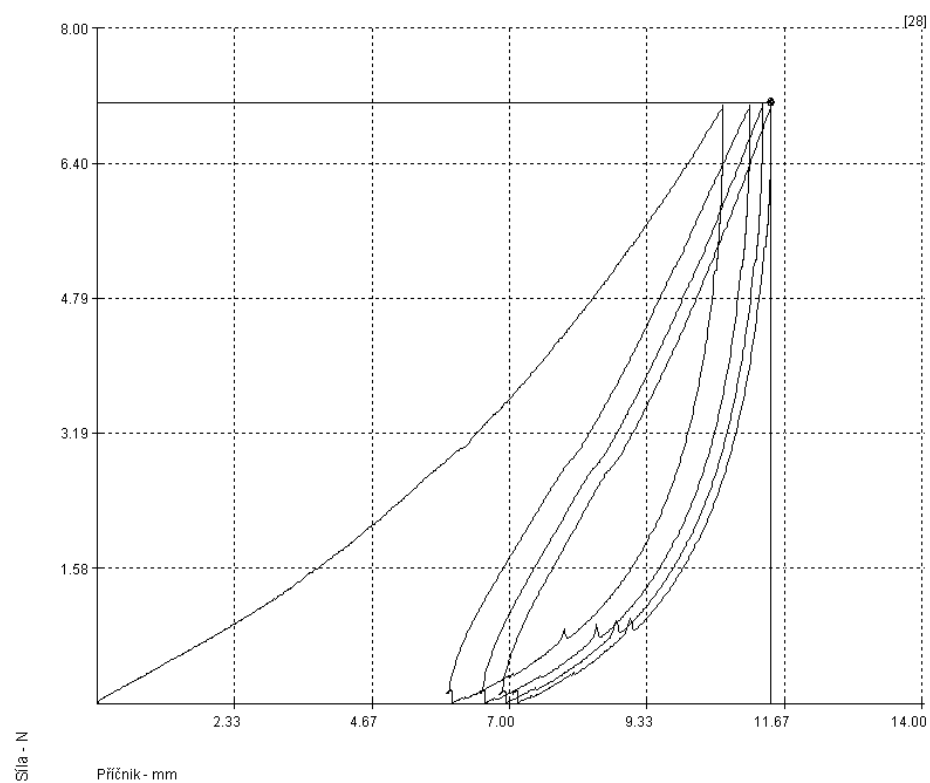
**Grafy pre švy s niťou svetlo-modrej farby - BIEZE  
STORK**

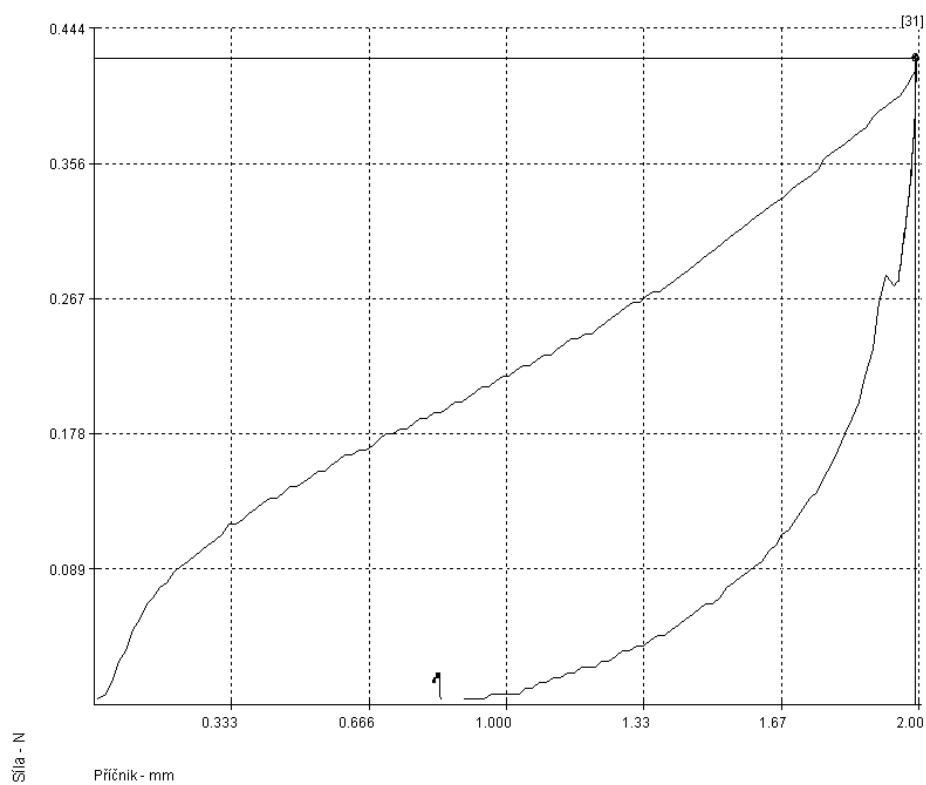
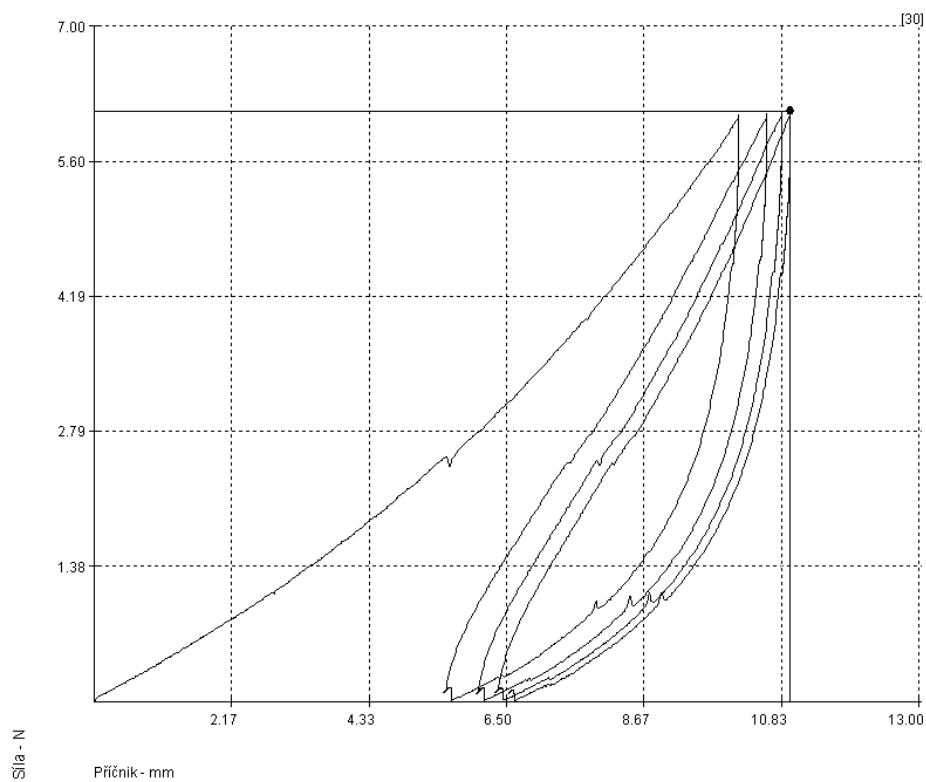




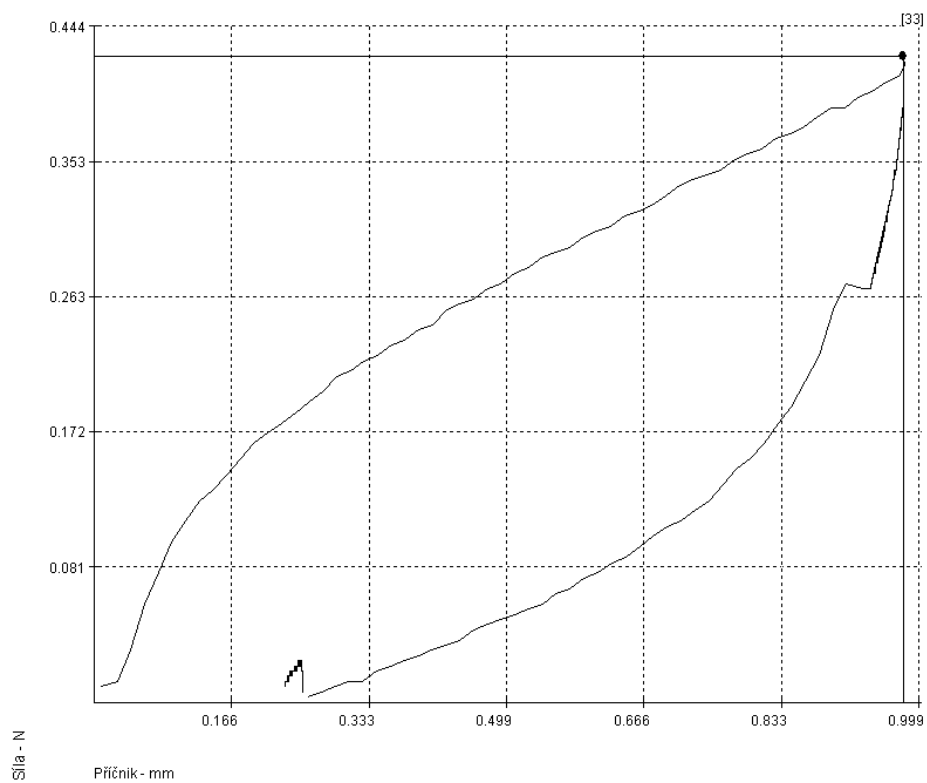
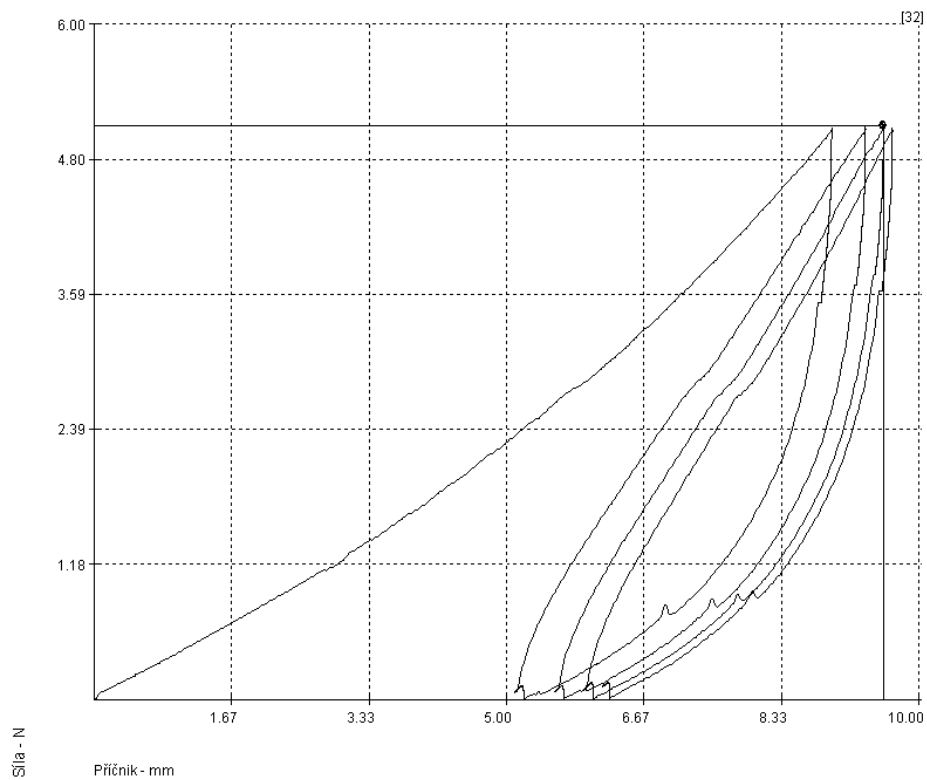


**Grafy pre švy s nit'ou šedej farby - BIEZE STORK**





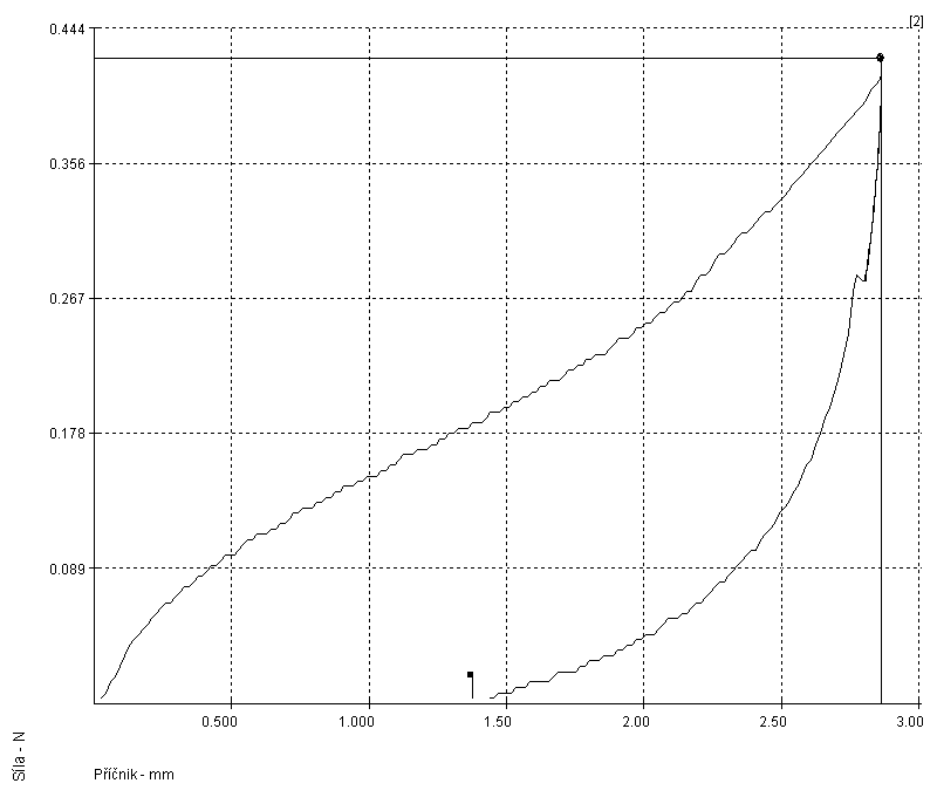
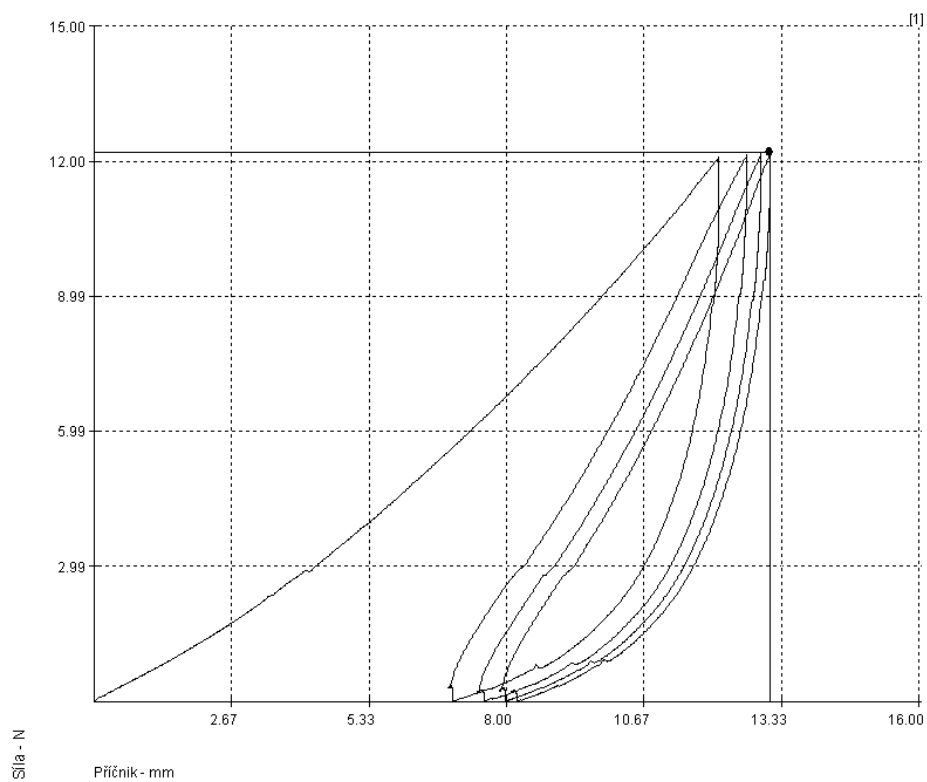


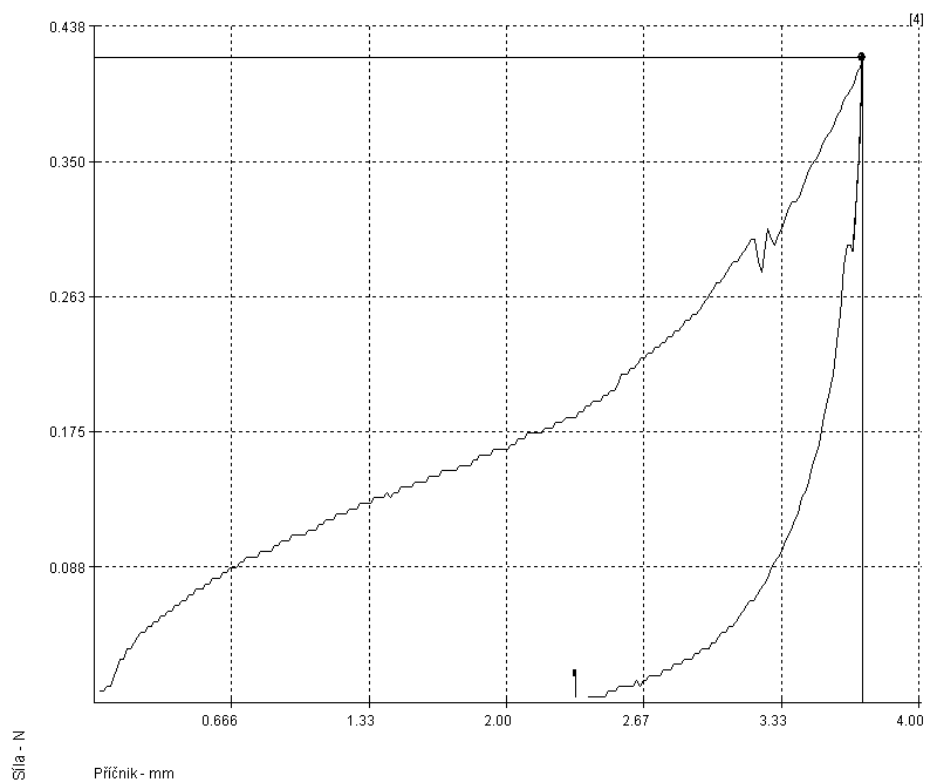
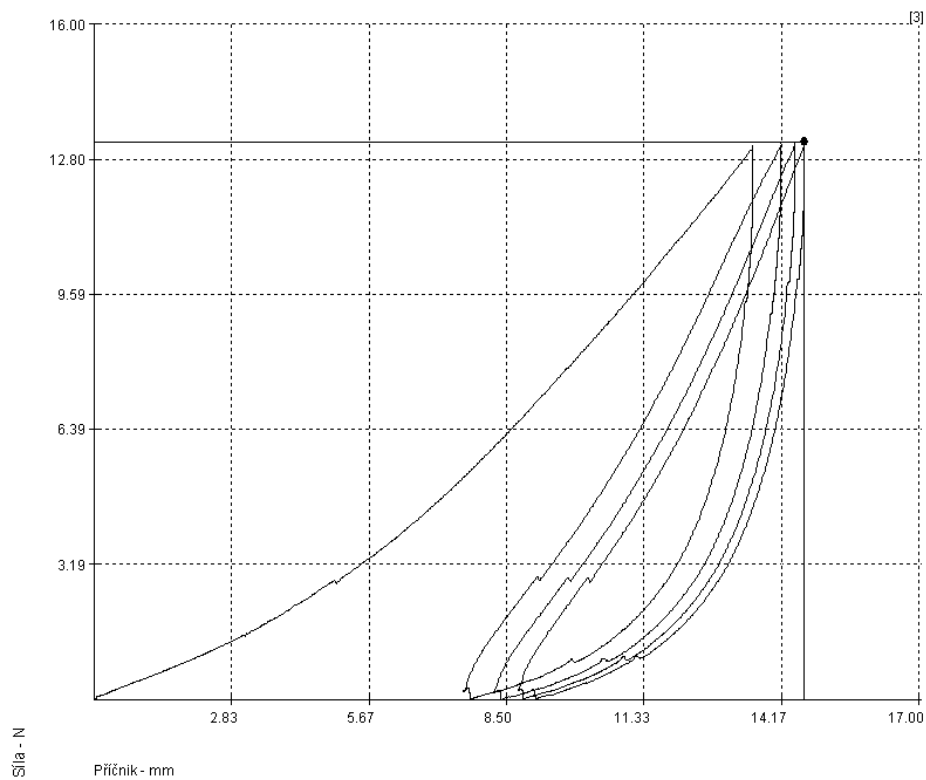


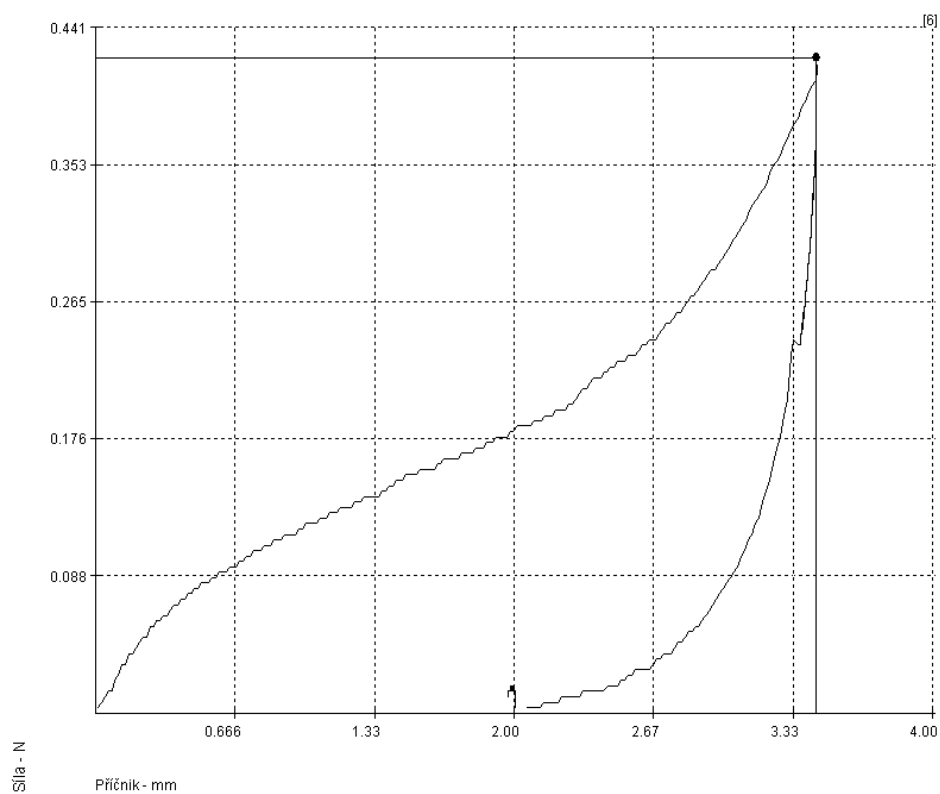
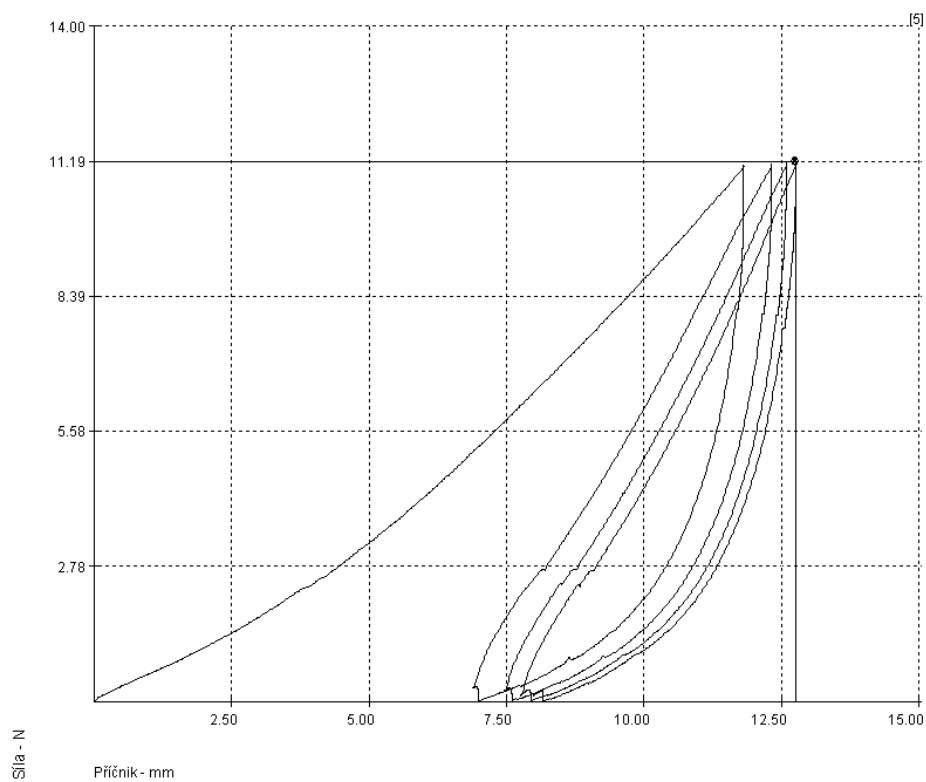
## **Príloha č. 7**

**Vygenerované grafy cyklického namáhania švov  
s retiazkovým stehom pre jednotlivé nite**

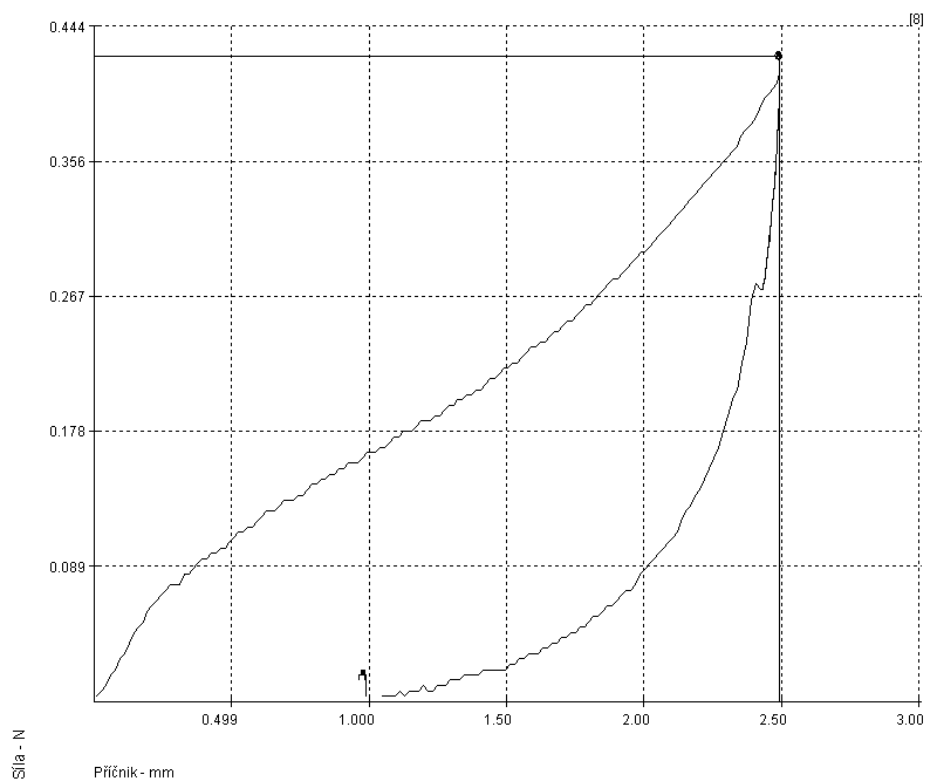
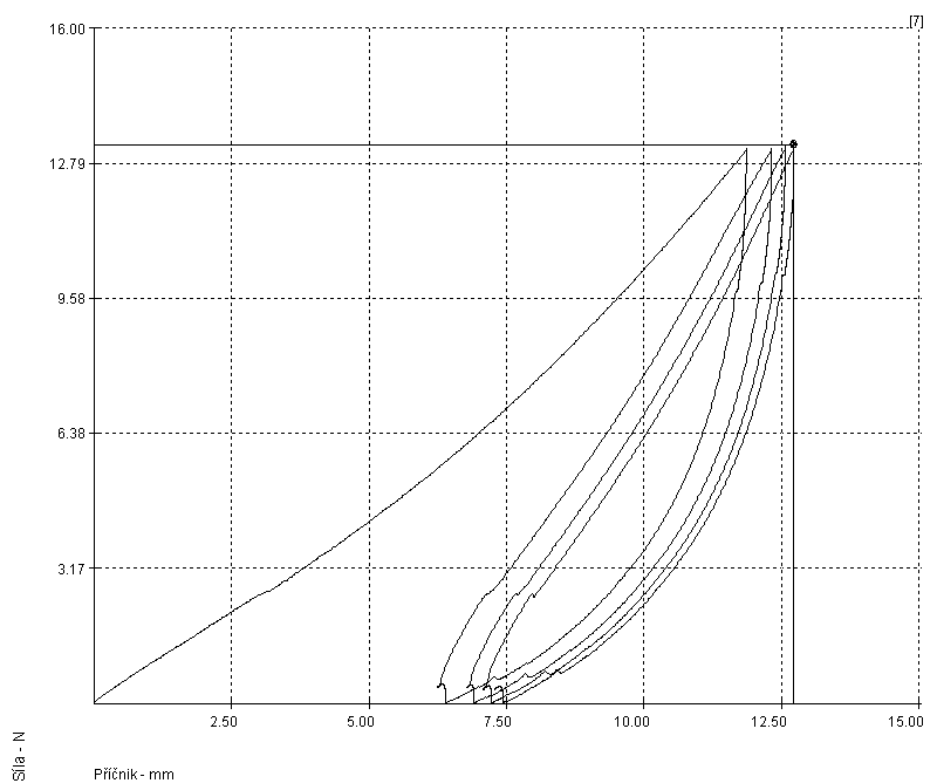
**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-zelenej farby – AMANN**



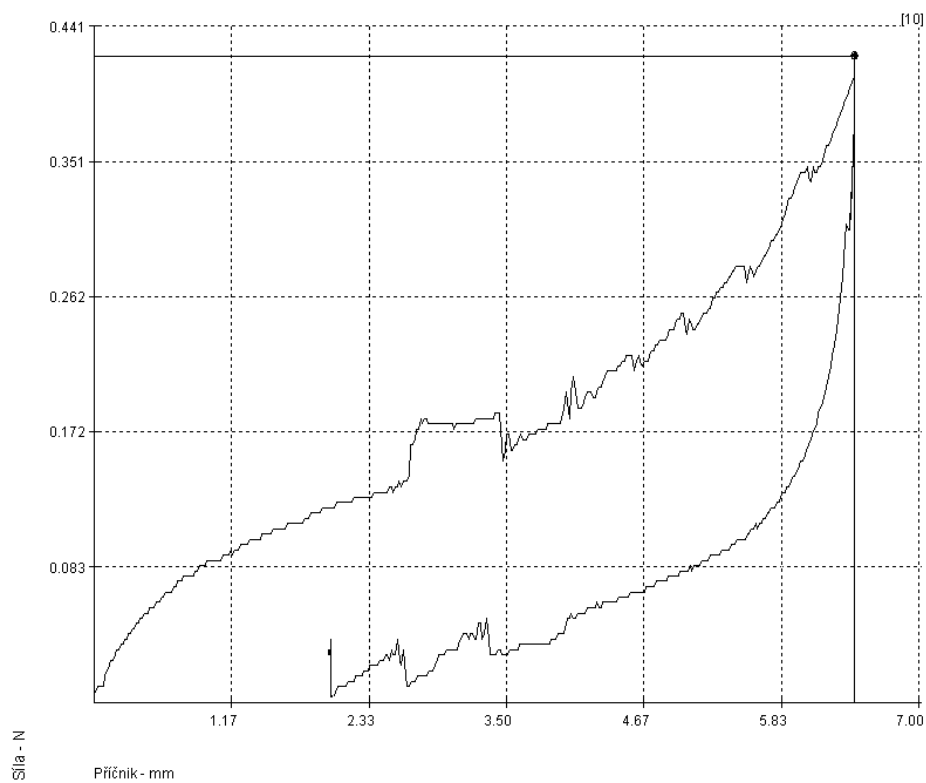
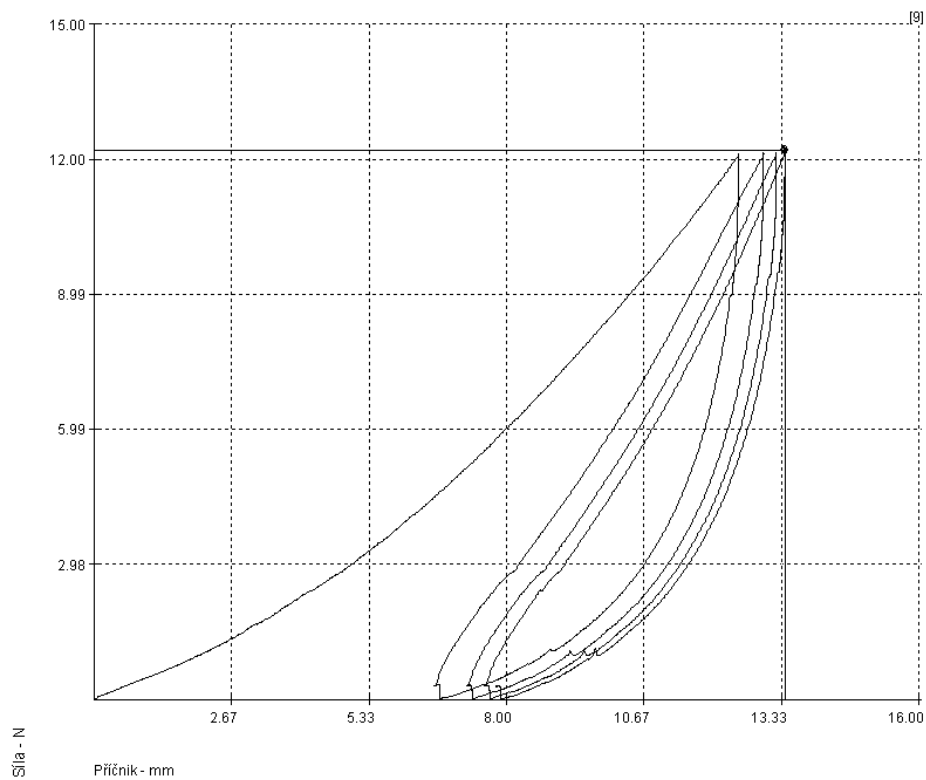


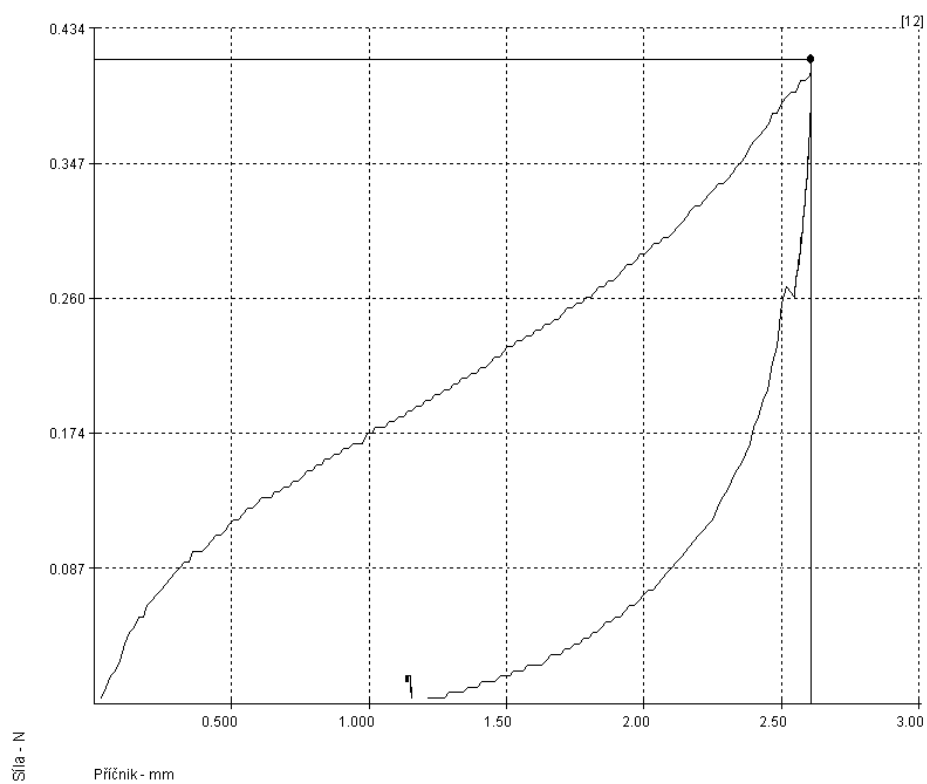
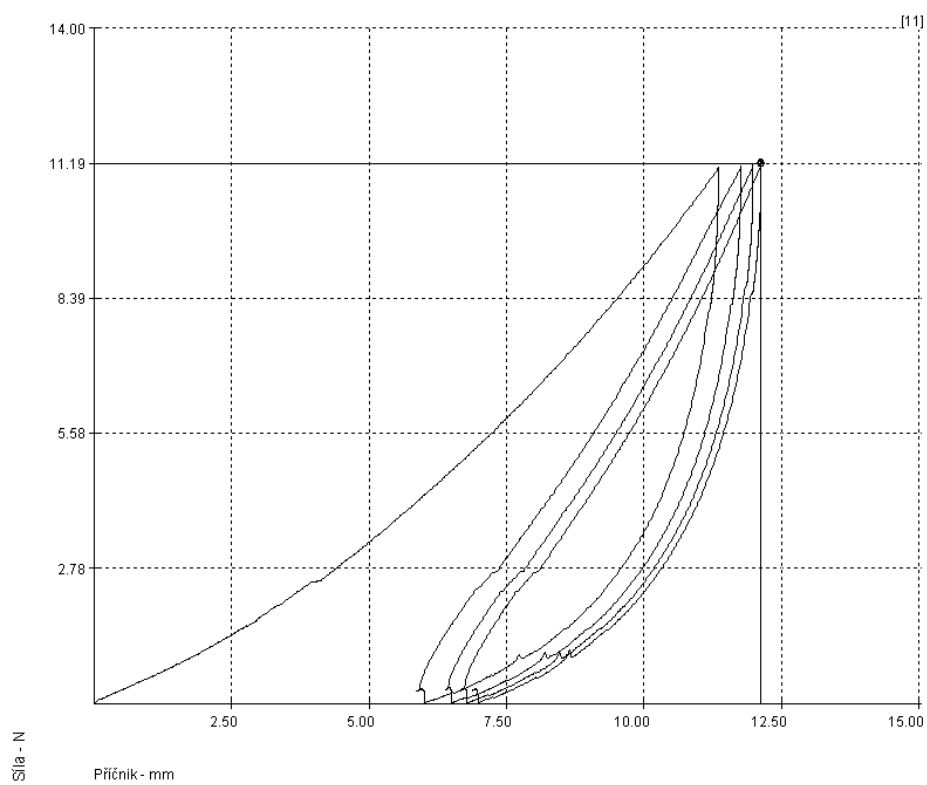


**Grafy pre švy s nit'ou svetlo-zelenej farby - AMANN**

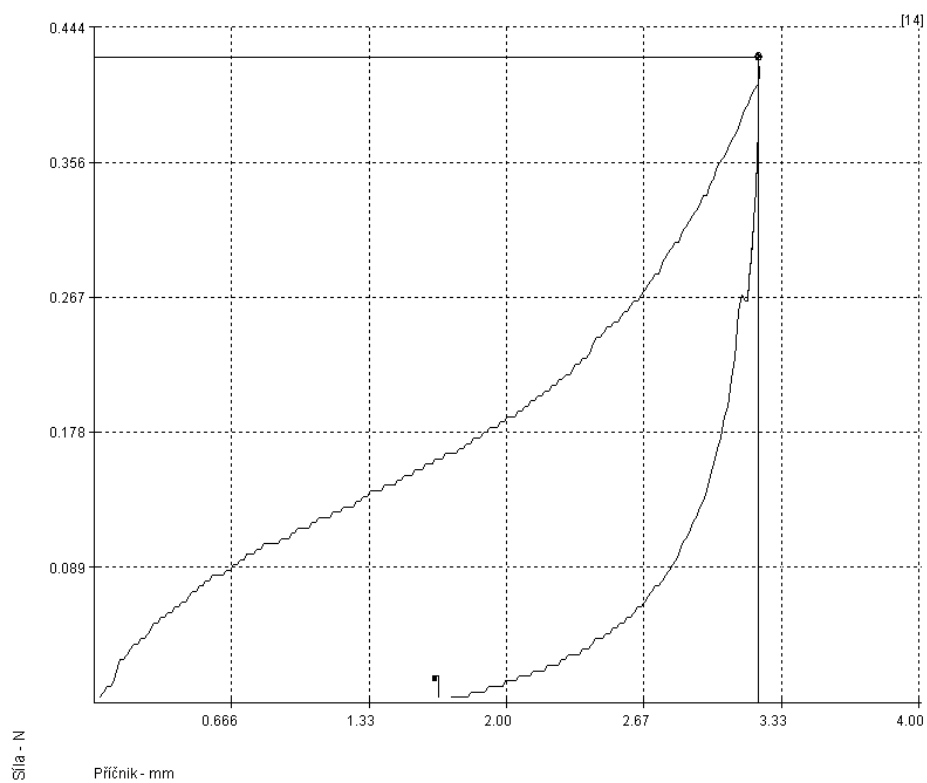
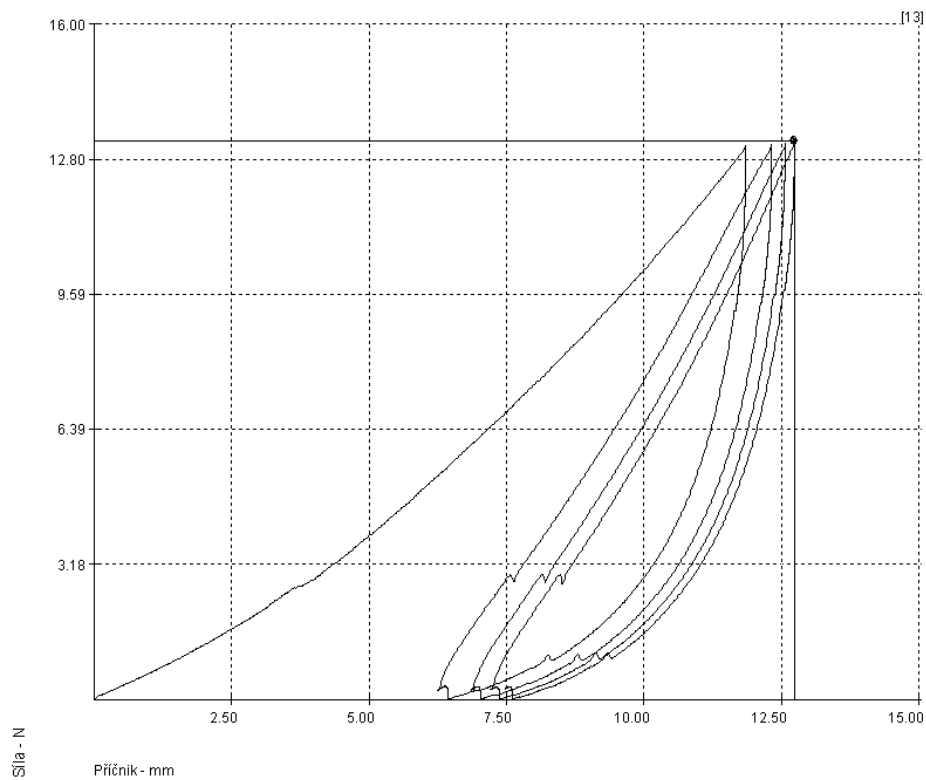


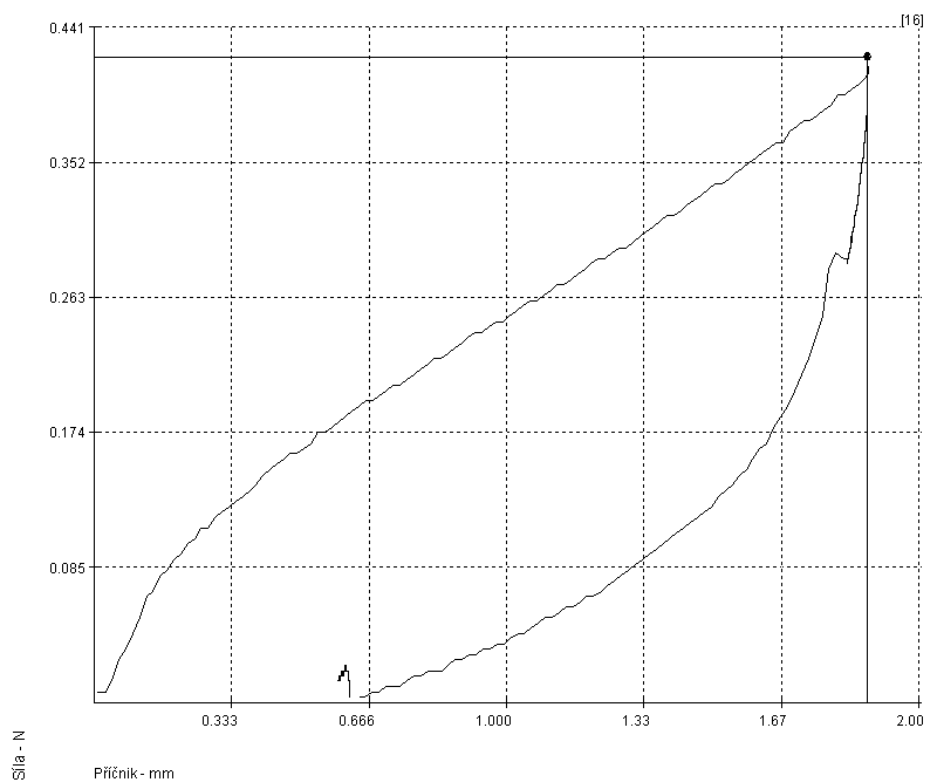
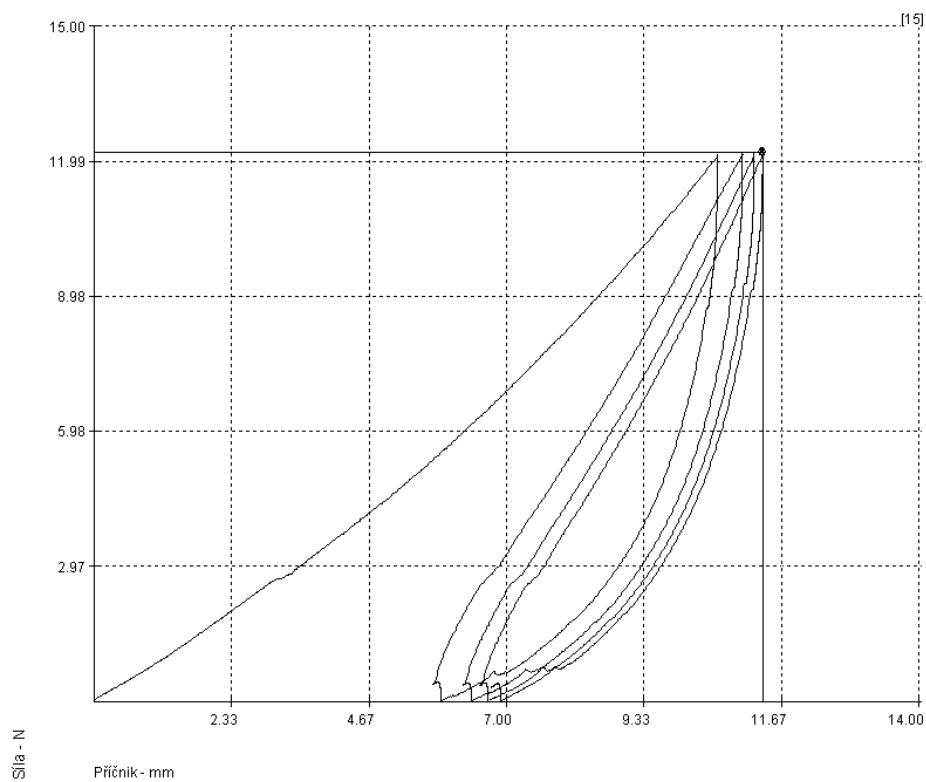


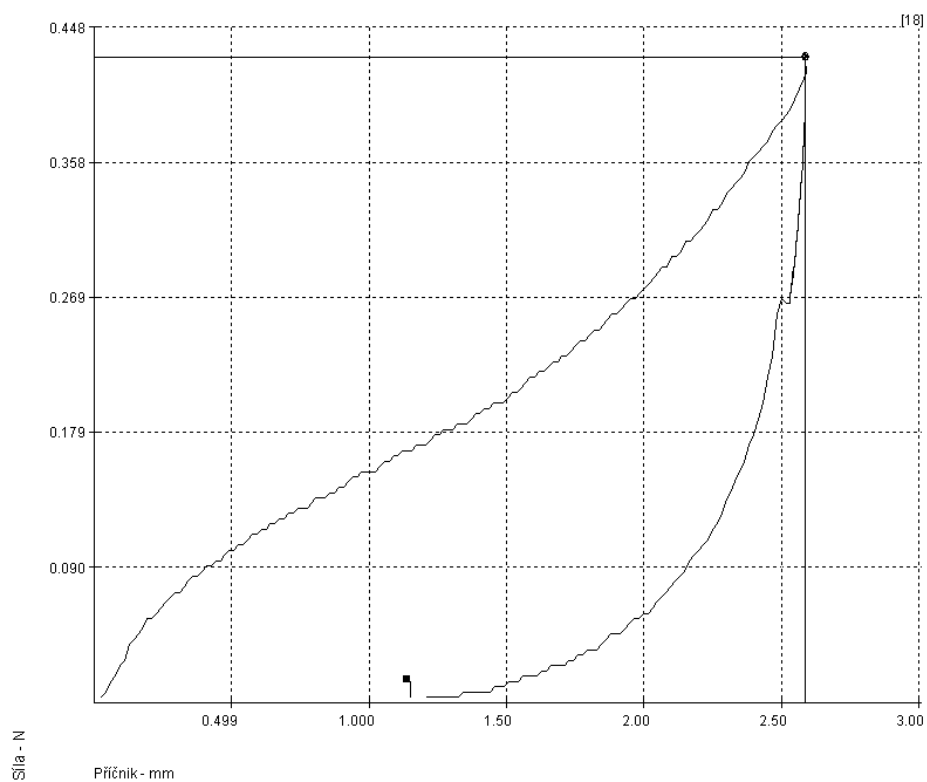
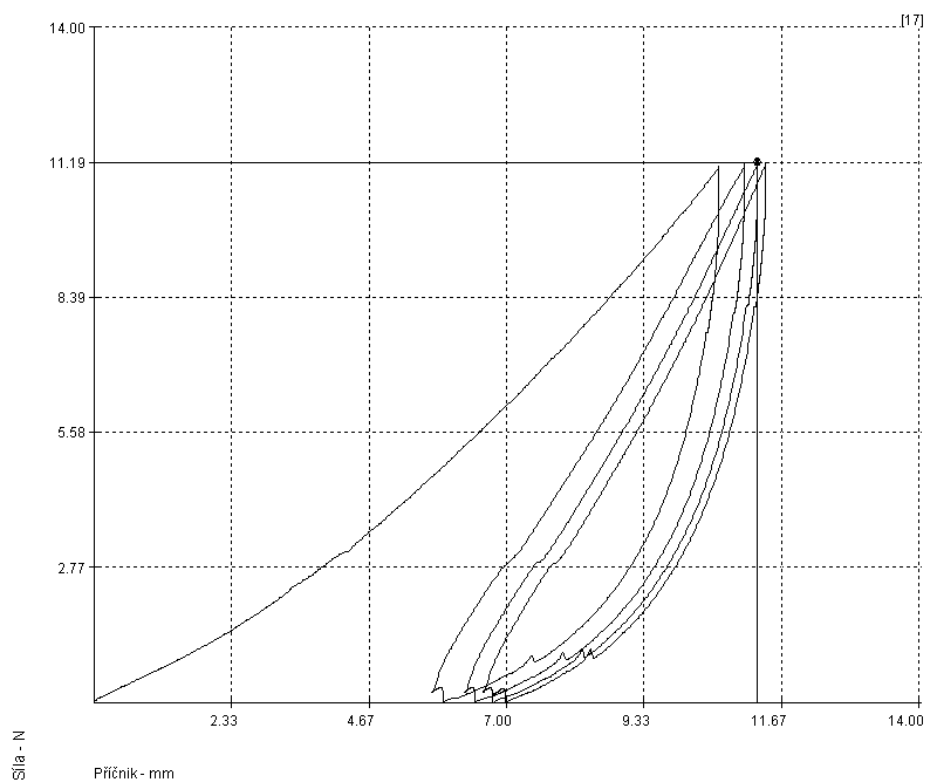




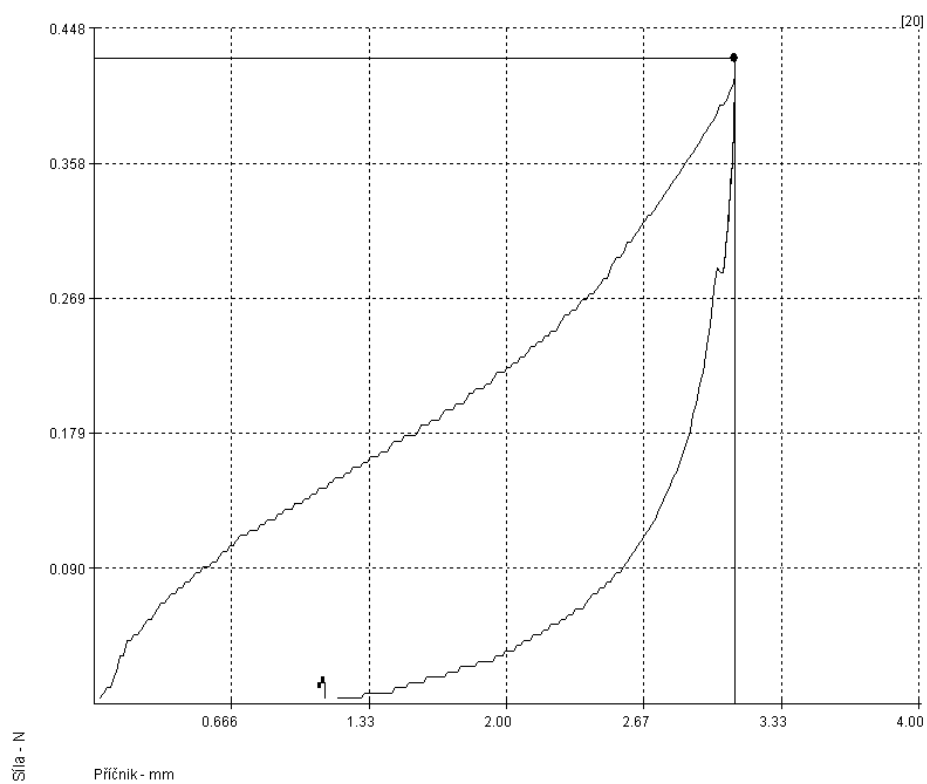
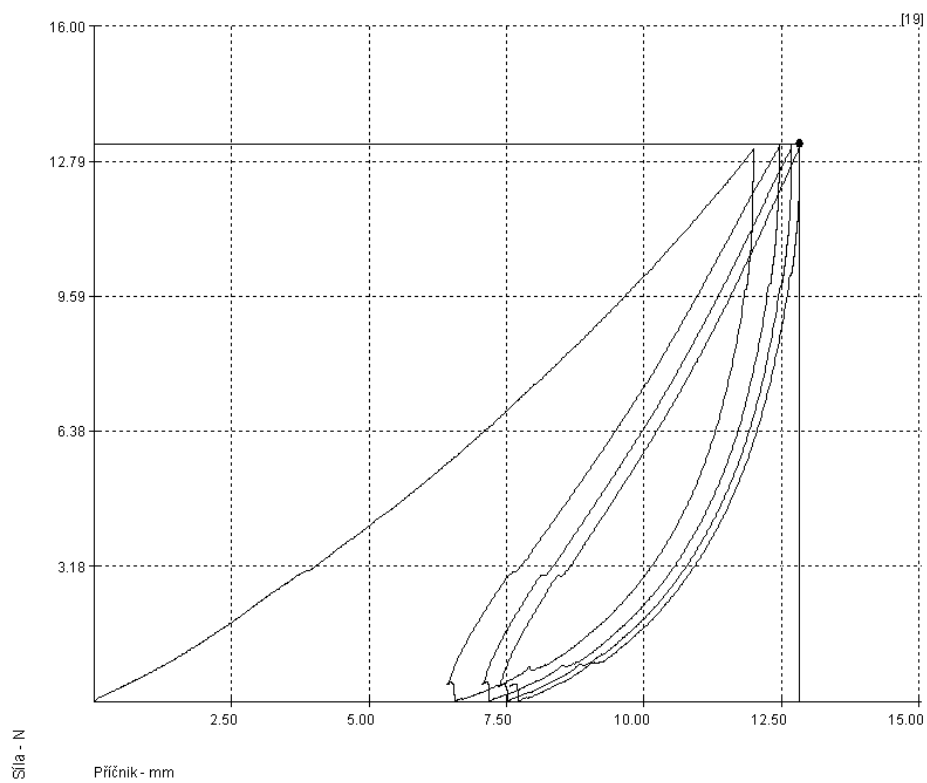
**Grafy pre švy s nit'ou tmavo-modrej farby - UNIPOLY**



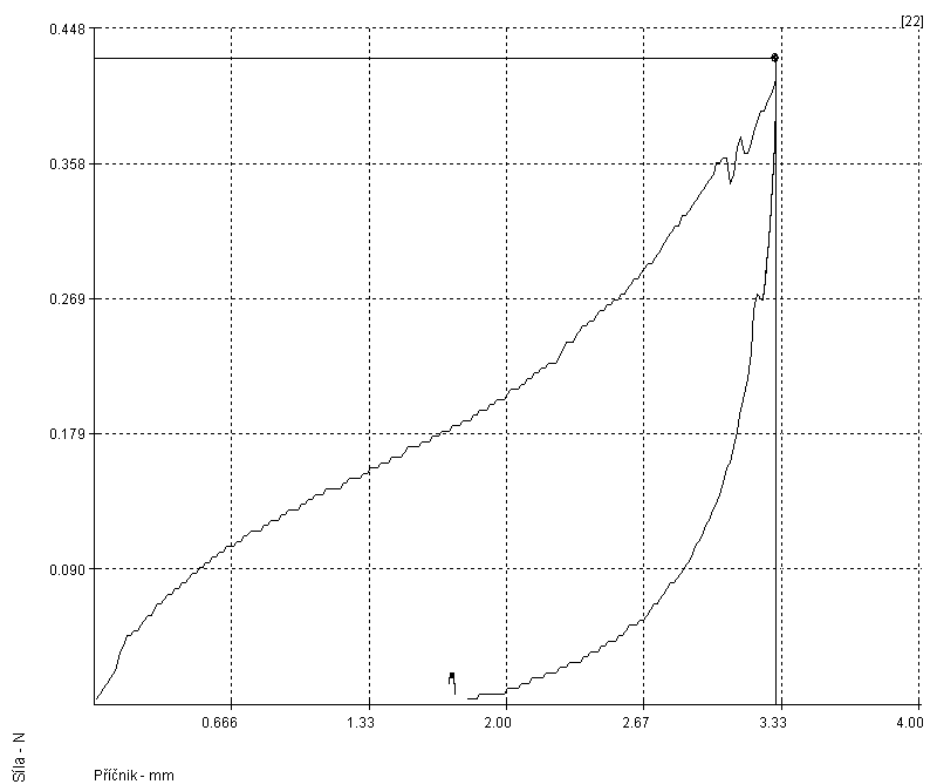
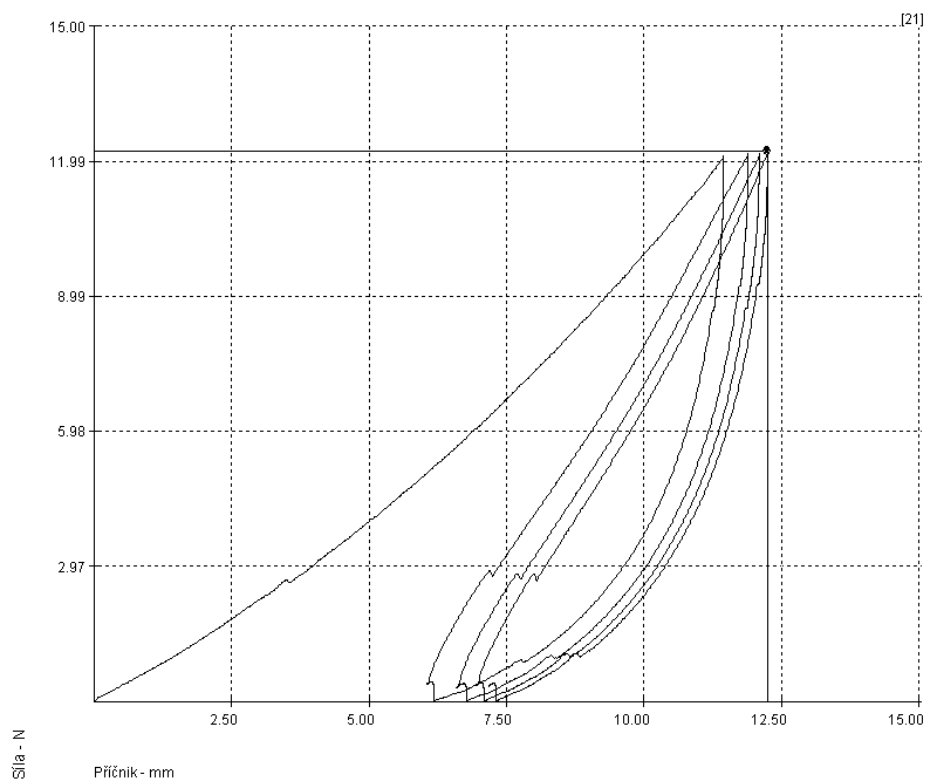


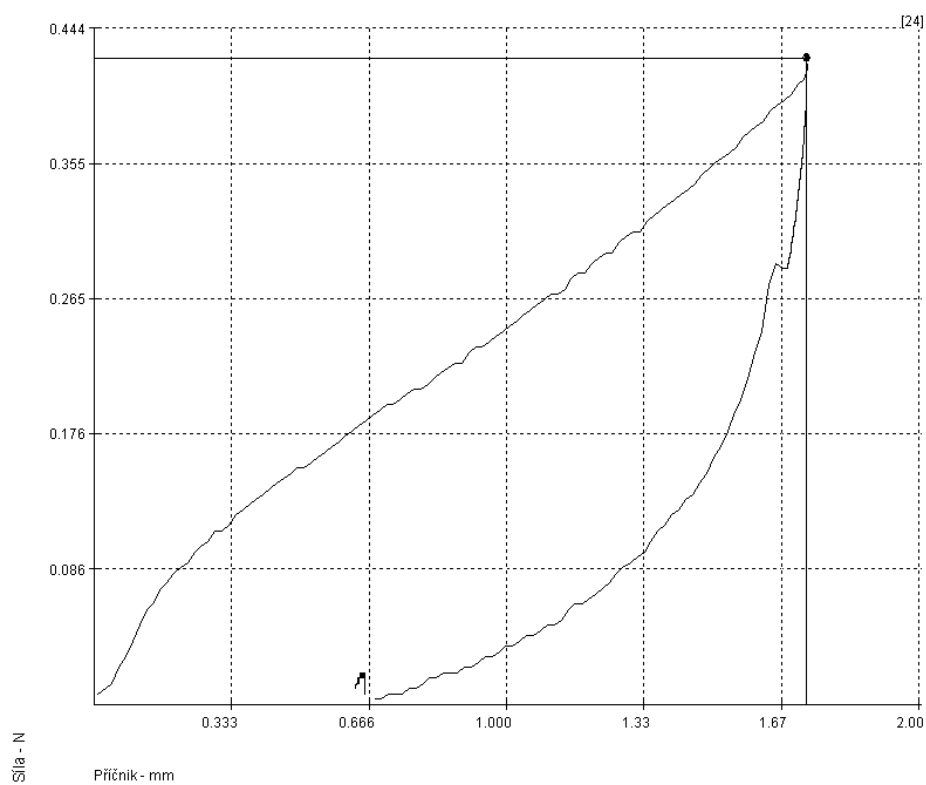
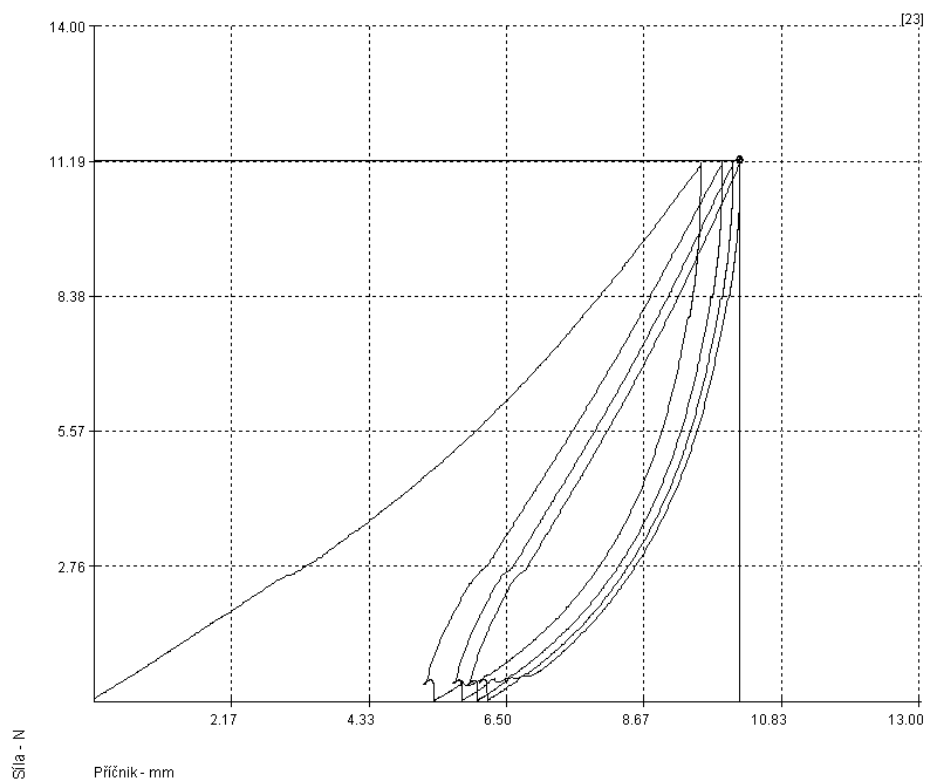


**Grafy pre švy s niťou svetlo-modrej farby - BIEZE  
STORK**









**Grafy pre švy s nit'ou šedej farby - BIEZE STORK**

